

# VU Research Portal

## Getrainde afweer

Jaspers, R.T.; Kraal, G.

### ***published in***

Getrainde afweer

2012

[Link to publication in VU Research Portal](#)

### ***citation for published version (APA)***

Jaspers, R. T., & Kraal, G. (2012). Getrainde afweer. In M. F. Bobbert, J. W. M. Osse, H. H. C. M. Savelberg, & R. Buiter (Eds.), *Getrainde afweer* (pp. 45-49). Stichting Bio-Wetenschappen en Maatschappij.

### **General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

### **Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

### **E-mail address:**

[vuresearchportal.ub@vu.nl](mailto:vuresearchportal.ub@vu.nl)

*Hoe bewegen onze gezondheid beïnvloedt*

# Bewegen doet leven

BIO-WETENSCHAPPEN EN MAATSCHAPPIJ KWARTAAL 2 2012 € 6,-



# Bewegen doet leven

Het cahier is een uitgave van Stichting Bio-Wetenschappen en Maatschappij (BWM) en verschijnt vier maal per jaar. Elk nummer is geheel gewijd aan een thema uit de levenswetenschappen, speciaal met het oog op de maatschappelijke gevolgen ervan.

Stichting BWM is ondergebracht bij de Nederlandse organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO).

## BESTUUR

Prof. dr. E. Schroten (voorzitter), J.F.B.C.D. van Oranje M.Sc. MBA (vicevoorzitter), prof. dr. W.P.M. Hoekstra (penningmeester), dr. A. van der Auweraert, prof. dr. J.M. van den Broek, prof. dr. J.T. van Dissel, prof. dr. N.M. van Straalen

## RAAD VAN ADVIES

Prof. dr. W.G. van Aken, prof. dr. D. van Bakkum, dr. J.J.E. van Everdingen, prof. dr. J.P.M. Geraedts, prof. dr. J.A. Knottnerus, prof. dr. J.W.M. Osse

## REDACTIE

Dr. M.F. Bobbert, prof. dr. J.W.M. Osse, dr. H.H.C.M. Savelberg, ir. Rob Buiters (eindredacteur)

## BUREAU

Drs. Saskia van Driel

## BEELDREDACTIE

B en U international picture service, Diemen

## VORMGEVING

Studio Bassa, Culemborg

## DRUK

Drukkerij Tesink, Zutphen

## INFORMATIE EN

## BESTELLINGEN

Stichting Bio-Wetenschappen en Maatschappij  
Postbus 93402  
2509 AK Den Haag  
telefoon: 070 – 34 40 792  
e-mail: bwm@nwo.nl  
www.biomaatschappij.nl

© Stichting BWM

ISBN/EAN 978-90-73196-65-0

Stichting BWM heeft zich ingespannen om alle rechthebbenden van de illustraties in deze uitgave te achterhalen. Mocht u desondanks menen rechten te kunnen laten gelden, dan verzoeken wij u vriendelijk om contact met ons op te nemen.



**Bio-Wetenschappen  
en Maatschappij**

# Inhoud

Voorwoord 2

Inleiding 4

## 1 Bewegen is gezond 11

Het meten van gezondheid  
en beweging 12

Waarom gaat bewegen  
samen met gezondheid? 17

## 2 Bewegen traint meer dan spieren 29

Het bewegingsapparaat 29

Bewegende botten breken niet 34

Hart en bloedvaten 36

Flexibel lopen op verschillende brandstoffen 40

Getrainde afweer 45

Hersengymnastiek 49

## 3 Wat wil het gezonde lijf? 57

Nederlandse Norm Gezond Bewegen 58

Wie bedenkt nou zoiets?! 63

Meer informatie 68

Auteurs 70

Illustratieverantwoording 71

## Voorwoord

**V**OLDOENDE BEWEGING is, net als gezond eten, een noodzaak. Het cahier *Bewegen doet leven* dat je nu in handen hebt staat bol van het overtuigend wetenschappelijk bewijs daarvan. Als je tenminste gezond wilt blijven en niet voortijdig jouw bestaan op deze aarde wilt inruilen voor een verblijf op de eeuwige jachtvelden. Al die kennis is razend interessant, en zeker de moeite waard om tot je te nemen. Maar als je goed naar je lichaam leert luisteren, zou je eigenlijk vanzelf al ontdekken wat goed voor je is. In de jaren waarin ik topsport bedreef heb ik dat zelf met vallen en opstaan moeten doen. Zo kwam ik er snel genoeg achter wat een nacht stappen met je lichaam doet, als ik de volgende dag weer moest trainen.

Inmiddels werk ik alweer bijna veertig jaar als fysiotherapeut. In onze praktijk merk ik dat veel mensen het erg moeilijk vinden om te luisteren naar de signalen die hun lichaam afgeeft. Allerlei pijntjes waarmee mensen bij mij aankloppen blijken in veel gevallen niet op lichamelijke problemen te duiden, maar in de meeste gevallen op een gebrek aan balans. Mensen werken te hard, ze ontspannen te weinig en doen te veel met hun hoofd.

Als je nu, op jonge leeftijd, leert om goed naar je lichaam te luisteren, heb je daar je leven lang profijt van. En zo moeilijk is het niet. Je weet hoe je je voelt na een heerlijke pittige hockey- of voetbaltraining, een gezonde maaltijd en een weldadige nachtrust. Vergelijk dat eens met hoe je je voelt na een dag twitteren op de bank, gevolgd door een avondje zappen, chips eten en cola drinken. Wat bevalt je beter? Je zo fris voelen als een hoentje of



zo bedorven als een uitgeknepen washand in een vuilniszak?

*Bewegen doet leven* geeft een prachtig inzicht in waar het om draait in het menselijk lichaam. Op allerlei manieren wordt verteld hoe mooi je lichaam in elkaar zit en functioneert. Het is met recht een trots bezit, waar je heel erg zuinig mee moet omgaan. Je lichaam is een perfect getunedede motor die je goed draaiende moet zien te houden. Een leven lang.

Net als een echte motor heeft je lichaam niet alleen onderhoud nodig, maar ook brandstof. Als

je wilt dat het goed blijft functioneren, stop je er natuurlijk het beste van het beste in: een lekkere vette hamburger of een flink stuk chocola? Mag allemaal best. Maar dan wel op zijn tijd. Zie dat soort lekkernijen vooral als een uitzondering. De regel moet zijn dat je gezond eet. Veel fruit, bruine boterhammen en lekker veel groente. Dat telt vooral als je jong bent, want dan zijn er nog veel organen die in opbouw zijn. Je zit nog in je groeifase van het leven.

Wat *Bewegen doet leven* ook overtuigend duidelijk maakt, is dat wij tegenwoordig in een volkomen tegennatuurlijke situatie leven. Er is voedsel in overvloed en we hoeven niet of nauwelijks uit onze luie stoel te komen om te overleven. De reactie van ons lichaam hierop is weer volkomen natuurlijk: we worden te dik en ons lichaam verliest zijn kracht en weerbaarheid. Het is een natuurwet: *Use it or lose it*. Je lichaam is gemaakt om te bewegen. Doe dat dan ook, iedere dag. Laat je niet altijd met de auto halen en brengen, maar fiets of loop naar school of de sportclub. Gebruik je lichaam! Het mag best moe worden. Sterker nog, het is zelfs goed voor je lichaam als je het moe maakt. Want daardoor wordt het sterker en krijg je een betere conditie. Dus kom regelmatig achter die computer of tv vandaan, en gooi je mobiel aan de kant. Ga naar buiten. Frisse lucht en beweging doen je goed en je lichaam is je er dankbaar voor. En ik weet het zeker: je voelt je ook veel prettiger.

Het belang van bewegen neemt niet af na de jeugd. Integendeel. Waar je vroeger nog wel eens bordjes in de tram of bus zag met 'Opstaan voor iemand misstaat niemand', zou je ook ouderen

eigenlijk veel meer moeten stimuleren om actiever te worden. Ga bewegen! Ga sporten! Ga trainen! Of je nou 17 of 71 bent.

Ard Schenk

*Ard Schenk was onder andere wereldkampioen all-round schaatsen in 1970, 1971, 1972 en won drie gouden medailles op de Olympische Spelen van 1972, in Sapporo*

# Inleiding

■ PROF. DR. JAN OSSE

■ DR. MAARTEN BOBBERT

**W**AT IS normaler dan bewegen? En wat is ook fascinerender dan bewegen? Een schijnbaar gewichtloze ballerina, een vliegende jan-van-gent, een vluchtende kudde antilopen, mensen reizen er de wereld voor rond.

Ook ons eigen lichaam is één en al beweging. Die bewegingen zijn zichtbaar op grote afstand en aan de buitenkant, maar ze zitten ook onzichtbaar, van binnen. Er zijn voortdurende golven van spiersamentrekking in je darmen voor het voedseltransport, de wanden van je bloedvaten veranderen van diameter, je hartspier en je ademhalingsspieren contraheren regelmatig en witte bloedcellen maken schijnvoetjes om dode bacteriën actief naar binnen te werken. Daarnaast maken we ook 'gewone' bewegingen die voor anderen zichtbaar zijn. We wandelen en rennen, lopen trappen op, fietsen, maken gebaren met onze armen en handen, verplaatsen voorwerpen, praten...

De bewegingen van binnen zijn cruciaal voor ons voortbestaan, maar toch beperken we ons in dit cahier hoofdzakelijk tot het 'gewone' bewegen. Bewegingen die we actief kunnen uitvoeren en die relatief veel energie vergen.

Niet alleen in de aard van de bewegingen beperken wij ons, ook in de manier waarop we er naar kijken. Bewegen is biologisch en natuurkundig gesproken enorm complex. Bij een taak als wandelen gebruik je talloze spieren om jezelf rechtop te houden en je voeten zo neer te zetten dat je op de door jou gewenste manier van A naar B komt. Daarbij los je uiterst ingewikkelde biomechanische en sturingsproblemen op. Je zenuwstelsel maakt

gebruik van informatie uit je zintuigen, waaronder heel subtiele informatie uit spieren, pezen en gewrichten. Mede op basis van die informatie bepaal je vervolgens welke spier wanneer hoeveel stimulatie moet krijgen. Hoe we dat tot in zoveel perfectie kunnen stelt bewegingswetenschappers nog steeds voor raadsels. Er bestaan dan ook nog geen robots die wandelen op een manier die ook maar in de buurt komt van hoe mensen wandelen. Toch doen mensen het zonder erover na te denken. Ze kunnen het zelfs met hun ogen dicht! Ook de fascinerende vraag hoe bewegen 'werkt' komt echter niet aan de orde in dit cahier.

Bewegen kan ook leuk zijn, dat weten alle wandelaars, sporters en psychologen. Het kan zelfs essentieel zijn voor ons psychisch welbevinden. Om het in de woorden van psychiater en schrijver Bram Bakker te zeggen: liever Adidas dan Prozac! Maar ook de psychologische aspecten van bewegen komen in dit cahier niet aan de orde. Wij richten ons vooral op de vraag of beweging noodzakelijk is voor fysieke gezondheid. Om maar vast een voorschot op het antwoord te nemen, dat is een volmondig 'Ja'. Maar waaróm is bewegen dan zo gezond?

## De evolutie van bewegen...

Het eerste leven verscheen 3,5 miljard jaar geleden op het toneel: eencelligen. Zij hadden naast groeien maar één programma: voortplanten! Delen of verdwijnen. De eerste meercellige levende wezens verschenen 1,5 miljard jaar terug: planten. Die hebben geen noemenswaardige beweging nodig om energie te krijgen. Ze kunnen met





Een vliegende jan-van-gent is het toonbeeld van gratie.

hun bladgroen – in principe zonder een stap te verzetten – zonne-energie vastleggen. Ze zijn uiteindelijk de primaire bron van energie voor de dieren verderop in de voedselketen.

De eerste meercellige dierlijke organismen ontstonden ongeveer 700 miljoen jaar geleden; de eerste goed herkenbare hoofdgroepen van dieren ongeveer 500 miljoen jaar geleden. Die meercellige dieren hebben de voorplanting van het organisme uitbesteed aan gespecialiseerde cellen. De andere cellen in het organisme hebben dat essentiële programmapunt opgegeven en hebben andere taken gekregen die het organisme als geheel

dienen. Daarvoor is wel nauwkeurige onderlinge afstemming van alle organen en systemen vereist. Die afstemming wordt onder andere geregeld door het zenuw- en het hormoonstelsel. Die zorgen dat een dier als één geheel reageert op de omgeving. Het is duidelijk dat dieren moeten bewegen om aan energie te komen: ze moeten naar hun voedsel (planten of andere dieren) toe, ze moeten bewegen om het voedsel op te nemen, en ze moeten bewegen om het te vermalen en te verteren. In de loop van de evolutie hebben dieren daarvoor complexe orgaansystemen ontwikkeld. Van het lichaam van een dier of een mens zie je misschien hoofdzakelijk de poten of benen en een beetje de armen bewegen. Maar in de complexe samenhang van alle organen en systemen in ons lijf zijn ook allerlei andere orgaansystemen bij beweging betrokken. Hart, vaten en longen zorgen voor transport van brandstof en zuurstof, het zenuwstelsel zorgt voor de benodigde informatieoverdracht uit verschillende zintuigen, botten zorgen voor stevigheid, spieren voor kracht en zelfs de afweer blijkt een relatie te hebben met beweging. Die verschillende onderdelen en relaties zullen in dit cahier aan de orde komen.

### ... en van steeds minder bewegen

Tot de verre oudheid waren mensen jager-verzamelaars. Zonder beweging zouden ze eenvoudig verhongeren. Pas rond 12.000 jaar geleden, toen de eerste landbouw zich ontwikkelde, was intensief bewegen om dieren te bejagen en planten en zaden te verzamelen geen noodzaak meer. Dat wil zeggen: niet voor alle leden





De fossielen van de eerste meercellige dieren zijn vernoemd naar de heuvels in Australië waar ze werden gevonden: ediacara fauna.

van een groep. Werkverdeling, ambachten, cultuur en wetenschap ontwikkelden zich. In de loop van de tijd werden steeds meer krachtsinspanningen en bewegingen ook nog eens uitbesteed aan os en ezel of aan waterkracht en windmolens.

Ons sterk ontwikkelde brein bedacht – en bedenkt nog steeds – nieuwe machines, voertuigen en technieken. De energie daarvoor komt niet meer uit ons voedsel maar uit andere bronnen. Alleen de bediening doen we nog zelf. De rol van lichamelijke arbeid wordt alsmaar kleiner. In de moderne maatschappij is nauwelijks nog intensieve beweging nodig om te overleven. Als we niet

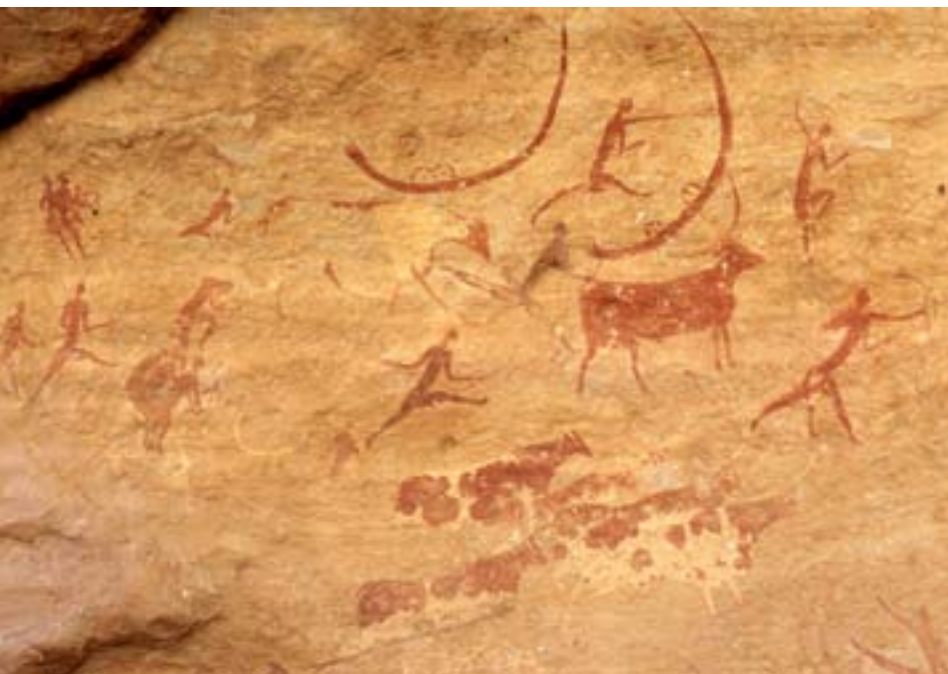
hoeven te bewegen om te overleven doen we dat ook minder.

Het is natuurlijk niet na te gaan hoeveel onze voorouders bewogen, van hen resteren alleen nog de botten. Maar we kunnen wel onderzoeken hoe het bewegingspatroon van mensen in de moderne samenleving verschilt van dat van mensen die onder primitieve omstandigheden – geen licht en geen stromend water in huis – zichzelf in leven houden, zoals op het platteland in Afrika. Leden van de Bantustam die op het platteland leven verbruiken per dag ongeveer tweemaal zoveel energie als hun stamgenoten die in steden wonen. De extra energie wordt vooral verbruikt tijdens activiteiten als grondbewerking en door grote afstanden te voet af te leggen met op de rug of het hoofd extra gewicht in de vorm van baby's, water, voedsel of brandhout.

Bij gebrek aan beweging krijgt de moderne mens allerlei problemen, want onze neiging tot eten is nauwelijks veranderd. Die is in miljoenen jaren evolutie in ons systeem gebakken en die krijg je er in een paar duizend jaar cultuur niet uit. Tot overmaat van ramp wordt de energie die we steeds minder nodig hebben ons wel te pas en te onpas aangeboden, om niet te zeggen: die wordt ons in de vorm van *fast food* opgedrongen!

### **Problemen door ingebakken zuinigheid**

Eigenlijk hebben we pech dat ons hele lijf is afgestemd op zuinigheid. Ons lijf is extreem dynamisch, daar ligt het niet aan. Weefsels worden continu ververs en vernieuwd. Elke vier tot vijf dagen wordt bijvoorbeeld de binnenbekleding van



Jager-verzamelaars hadden geen probleem met voldoende lichaamsbeweging.

---

**Onze evolutionaire neiging tot eten krijg je er in een paar duizend jaar niet uit**

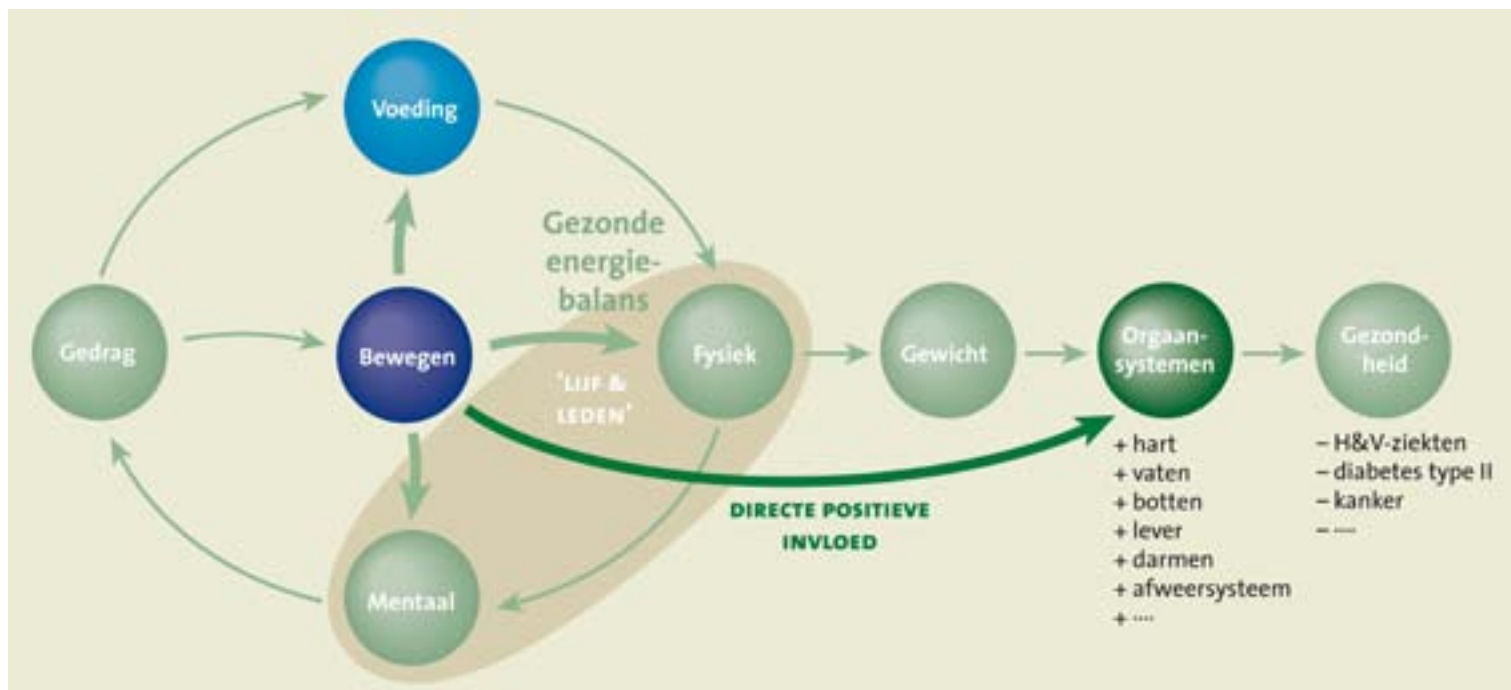
het maag-darmkanaal in zijn geheel vervangen en ook de huid wordt regelmatig ververst. Je kunt zelfs letterlijk zeggen dat de hand die je iemand geeft over een jaar een heel andere is dan die van vandaag. Dat onderhoud kost energie, maar de evolutie heeft steeds die genen bewaard die daar het meest zuinig mee omgaan. Dat geldt ook voor de energetische kosten van bewegen. Die zuinigheid keert zich nu tegen ons. De problemen die daar-

door ontstaan zullen we moeten beperken door behoud van de nog resterende dagelijkse beweging en liefst door meer te gaan bewegen.

### **Onwaarschijnlijk evenwicht**

Als je in de westerse maatschappij om je heen kijkt zou je het misschien niet meteen zeggen, maar ons lichaam heeft een soort inwendige thermostaat, of beter gezegd: een caloriestaat met een onwaarschijnlijke nauwkeurigheid: de hypothalamus. Het is een stukje hersenweefsel van nog geen vijf gram, waar onder andere de energiebalans in de gaten wordt gehouden. Bij de meeste volwassenen is die regeling van de energiebalans heel secuur. Hun lichaamsgewicht varieert met hooguit een kilo of twee over de jaren, terwijl ze bijvoorbeeld wel regelmatig verre reizen maken en ander voedsel eten, veel eten in de decembermaand, en in de winter minder actief zijn dan in de zomer. Als je puur naar de calorieën kijkt is dat een wonder. Als je elke week 1 Mars extra eet en verder blijft alles hetzelfde, dan zou je na een jaar al een paar kilo zijn aangekomen! Of als je elke dag slechts tien minuutjes slaap zou vervangen door tien minuutjes stevig wandelen, dan zou je na een jaar een paar kilo zijn afgevallen.

Dat je lichaamsgewicht in de praktijk niet bij het minste of geringste omhoog of omlaag schiet is te danken aan een enorm complex van regelmechanismen met de hypothalamus als regisseur. Een lege maag scheidt bijvoorbeeld het hormoon ghreline af, dat de hypothalamus vertelt dat er gegeten moet worden, vetcellen scheiden juist leptine af, waardoor de hypothalamus ons lijf



Bewegen heeft een directe invloed op organen en systemen, los van het – gezonde! – effect op het lichaamsgewicht.

aanzet tot een remming van het voedselzoekgedrag en tot meer verbranding.

Beweging is uiteraard een belangrijke factor in het bewaken van de energiebalans, en daarmee in het bewaken n een constant lichaamsgewicht. Omdat het lichaamsgewicht, of beter gezegd: overgewicht een belangrijke invloed heeft op gezondheidsrisico's, zoals diabetes en hart- en vaatziekten, is beweging ook een belangrijk middel om die risico's te beperken. Maar de invloed van beweging gaat verder. In bovenstaand schema wordt duidelijk gemaakt dat de geneugten van beweging niet alleen via het beïnvloeden van de

energiebalans en het lichaamsgewicht tot ons komen. Er is ook een directe invloed van beweging op de verschillende orgaansystemen.

In dit cahier zullen we, toegespitst op de mens, laten zien dat bewegen daadwerkelijk invloed heeft op onze gezondheid. Daarnaast wordt per orgaan-systeem de huidige kennis van de relaties tussen bewegen en de conditie van diverse organen en systemen tegen het licht gehouden. Tot slot buigen we ons over de vraag wat mensen ten minste zouden moeten doen om de positieve invloeden van bewegen op duur en kwaliteit van leven, met andere woorden op gezondheid, te benutten.

De toenemende aandacht voor bewegen heeft direct te maken met zorgen over obesitas, bepaalde vormen van diabetes, Alzheimer en diverse andere ernstige bedreigingen van de gezondheid. Maar gezondheid is meer dan het afwezig zijn van die ziekten. Het betekent ook: algeheel welbevinden op lichamelijk en geestelijk gebied. We streven ernaar de nieuwste kennis te presenteren op deze onderzoeksgebieden.

*Use it or lose it* is een beroemde oneliner. Voor bewegen en de bijbehorende spieren en botten geldt dat zeker, maar ook voor de andere orgaan-systemen. Ook die houden we in conditie als we bewegen. Daarom koesteren we de hoop dat het lezen van dit cahier niet alleen tot nadenken stemt, maar vooral tot actie. Tot zelf bewegen.





Dit cahier gaat ervan uit dat bewegen de gezondheid bevordert. Maar hoe weten we dat? En wat is gezond? Hans Savelberg en Willem van Mechelen buigen zich over de evidentie achter het belang van bewegen.

# Bewegen is gezond

■ DR. HANS SAVELBERG

■ PROF. DR. WILLEM VAN MECHELEN

**B**EWEGEN OM gezond te blijven is geen moderne hype. De gunstige invloed van lichamelijke activiteit op gezondheid werd al onderkend door de oude Grieken en was ook in de Indiase beschaving van 2.500 jaar geleden geen nieuws. Neem deze citaten van de Griekse arts Hippocrates, uit de vierde eeuw voor Christus. *'Lopen is het beste medicijn', 'Eten alleen is niet voldoende, je moet ook bewegen', of 'De juiste hoeveelheid voeding en lichamelijke oefening, niet te veel en niet te weinig, zijn de veiligste weg naar goede gezondheid'*. Ze zouden zo in een moderne folder over het belang van bewegen passen! Ook de Indiase arts Sushruta schreef zijn patiënten 2.500 jaar geleden al matige, dagelijkse lichamelijke activiteit voor om overgewicht te voorkomen.

Je kunt je afvragen waarom we die oude kennis nu weer zo hard nodig hebben. Het meest voor de hand liggende antwoord schuilt in onze levensstijl. Tot een halve eeuw terug eiste het normale leven van de meeste mensen zoveel lichamelijke activiteit dat met gemak werd voldaan aan de bewegingsadviezen van Hippocrates en Sushruta. Tegelijk kun je je afvragen waarom de oude Grieken en Indiërs zich ook al druk maakten over het belang van bewegen. Hadden zij ook al last van 'bewegingsarmoede'?

## Toen bewegen nog gewoon was

De noodzaak om te bewegen is in het dagelijkse leven drastisch verminderd. Onze (over)grootouders vulden in de eerste helft van de vorige eeuw hun dagen met heel wat meer fysieke arbeid. Dat begon al aan de wastafel. Waar warm water nu gewoon uit de kraan komt, moest mijn opa eerst een bakje water opwarmen om zich te scheren. En dan niet op een gasgestookt fornuis, maar op een kolenkachel. De kolen moesten met enige regelmaat aangevuld worden, dus voor het schuim op zijn wangen zat, hadden opa en zijn fornuis al de nodige calorieën verbrand. Ook gedurende de rest van de dag verstookte hij waarschijnlijk meer koolhydraten en vetten dan wij tegenwoordig. Mijn opa had een kruidenierswinkel, waar de klanten niet zelf hun voorverpakte boodschappen uit de schappen haalden. De winkelier pakte alles in. Een kilo rijst werd uit een grote baal geschept en afgewogen, kaas en vleeswaren werden ter plekke gesneden.

Uit Amerikaans onderzoek blijkt dat we door veranderingen in het soort werk dat we verrichten tegenwoordig inderdaad minder energie gebruiken tijdens het werk dan in 1960: ongeveer 100 kcal per dag minder. Dat is de hoeveelheid energie van ongeveer een kwartier sporten. In 1960 werkte 10% van de Amerikanen in de landbouw, 40% had

De manager van een oude kruidenierswinkel deed heel wat meer fysieke arbeid dan zijn moderne collega.



#### VRAAG 1

Als we tegenwoordig zo veel minder energie gebruiken dan vroeger, waarom eten we dan niet automatisch minder?

een productiebaan en 50% werkte in de dienstverlening. Tegenwoordig zijn die getallen respectievelijk ongeveer 2, 20 en 78%. Productie- en landbouwwerk vergen gemiddeld wel 1,5 tot 2 keer zoveel energie als het werk in de dienstverlening. Als je ervan uitgaat dat we evenveel of zelfs meer eten dan onze voorouders, krijgen we nu dus meer energie binnen dan we nodig hebben. Die overtollige energie wordt opgeslagen in vet. Een overschot van 100 kcal/dag staat gelijk aan 11 gram vet, ofwel 4 kilo per jaar. Omdat een zwaarder lijf ook wat meer energie nodig heeft blijf je niet doorgroeien, maar bereik je ergens een nieuw, hoger evenwicht. Ook buiten werktijd was de energieconsumptie vroeger anders. Mijn opa ging na zijn werk niet achter de computer zitten. Televisies waren er vóór 1960 nog nauwelijks. Opa had wel een

eigen moestuin die hem weer de nodige energie kostte: 150-250 kcal/uur. Een Engelse studie schat dat tussen 1945 en 1995 het totale dagelijkse energiegebruik met 800 kcal is afgenomen. Maar nog steeds denken we, net als Hippocrates en Sushruta, dat voldoende beweging en energiegebruik voorwaarden zijn voor een gezond en lang leven.

## Het meten van gezondheid en beweging

Wat voor de een beweging is, ervaart een ander als heel kalm aan doen. En een pijntje kan voor de een welhaast een onoverkomelijke handicap zijn, terwijl een ander vrolijk verder leeft



met chronische beperkingen. Gezondheid en beweging lijken dus subjectieve begrippen. Waar het uiteindelijk op neer komt is de vraag: welke aspecten van bewegen bepalen welke facetten van gezondheid?

Gedreven door de afslankcultuur en het belang dat – terecht of onterecht – wordt gehecht aan het controleren van lichaamsgewicht, wordt beweging vaak uitgedrukt als de hoeveelheid energie die ermee gepaard gaat. De achterliggende idee is dat het energiegebruik door bewegen minimaal gelijk moet zijn aan de energie-inname door eten. Maar zo'n eendimensionaal beeld van 'voldoende' bewegen blijkt te simpel.

Het dagelijks energiegebruik is slechts één aspect van bewegen. Bijvoorbeeld 450 kcal kun je verbranden door een half uurtje intensief te fietsen of te roeien, of door vier of vijf uur rustig te wandelen. Die activiteiten kun je in een aaneengesloten periode verrichten of in opgebroken stukjes tijd. Beweging kun je dus karakteriseren op basis van intensiteit, duur en frequentie.

Verschillende combinaties van korte of lange perioden van rustig of intensief bewegen kunnen aan het eind van de dag hetzelfde energiegebruik opleveren. Het is de vraag of die verschillende combinaties daarmee even gezond zijn. Als je 450 kcal verbrandt door een half uur heel intensief te schaatsen en de rest van de dag op je dikke schaatsbillen te zitten, dan zit je wel heel lang stil. En als bewegen gezond is, is stilzitten

dan ongezonder? En hoe weegt een half uur intensief bewegen op tegen drieëntwintig en een half uur stilzitten of liggen? Bovendien wordt lichamelijke activiteit ook gekenmerkt door het aantal lichaamsdelen en spieren dat beweegt. Terwijl ik deze tekst zit te typen, zijn mijn vingers voortdu-

rend in de weer. Een dag typen is netto al gauw vier uur 'vingerbewegen'. Dat weegt qua energiegebruik natuurlijk niet op tegen vier uur wandelen, maar hoe verhoudt zich vier uur typen tot vier uur stilstaan?

Voor het afbakenen van het begrip 'gezondheid' kun je op dezelfde manier evenveel verwarrende vragen stellen. De WHO definieert gezondheid als 'een toestand van volledig lichamelijk, geestelijk en maatschappelijk welzijn en niet slechts de afwezigheid van ziekte of andere lichamelijk gebreken'. Voor concreet onderzoek naar het effect van bewegen op gezondheid is dat een wel erg brede definitie.

### **Beweging en gezondheid in getallen**

Als we bewegen zouden reduceren tot dagelijks energiegebruik, dan wil je dat energiegebruik zo nauwkeurig mogelijk en liefst ook op een praktische manier meten. Energiegebruik kun je bijvoorbeeld schatten na het invullen van een vragenlijst, of je kunt het echt meten in een laboratorium. Beide methodes hebben voor- en nadelen. Een belangrijk voordeel van vragenlijsten is dat ze gemakkelijk bij grote groepen afgenomen kunnen worden. Je kunt bijvoorbeeld alle Nederlandse middelbare scholieren een vragenlijst sturen. Als je dat via internet doet is het verwerken van de gegevens ook nog eens redelijk eenvoudig. Je kunt dan in kaart brengen of er een verschil in dagelijks energiegebruik is tussen VMBO-, HAVO- en VWO-leerlingen, of tussen onderbouw- en bovenbouwleerlingen, of tussen leerlingen die in de stad of op het platteland wonen.

Een nadeel van de antwoorden op vragenlijsten is dat ze nogal subjectief zijn en daardoor waarschijnlijk niet heel erg nauwkeurig. Het is bekend dat mensen hun activiteit bij het invullen van vragenlijsten wat overschatten door een slecht geheugen, of anders wel overdrijven, om een 'sociaal gewenst' antwoord te geven. Maar als je alleen

---

## **Als bewegen gezond is, is stilzitten dan ongezonder?**

geïnteresseerd bent in het verschil tussen verschillende groepen, dan maakt dat niet zoveel uit. Iedereen zal de activiteit wat rooskleuriger voorstellen dan zij in werkelijkheid is en de verschillen tussen de groepen zullen daardoor waarschijnlijk niet veranderen.

In de zogenaamde Nederlandse Cohortstudie, die werd gestart in 1986, werden 120.000 mensen tussen de 55 en 69 jaar bevraagd over hun leefstijl. Door de leefstijl te vergelijken met het vóórkomen van ziekten en met de leeftijd bij overlijden werd in de jaren daarna duidelijk dat mensen met een ongezonde leefstijl een 15 jaar (!) kortere levensverwachting hadden dan mensen met een gezonde leefstijl. Die laatsten waren mensen die niet rookten, dagelijks minimaal 30 minuten actief waren, een mediterraan voedingspatroon hadden en een Body Mass Index tussen 18 en 25 kg/m<sup>2</sup>. In een Engelse studie werden vergelijkbare resultaten gevonden. Je zou dus kunnen zeggen dat de stickers over schadelijkheid voor de gezondheid, die nu elk pakje tabak sieren, eigenlijk ook op stoelen geplakt zouden moeten worden. Stilzitten is levensgevaarlijk!

### Nauwkeurig meten

Laboratoriumonderzoek is over het algemeen veel nauwkeuriger voor het bepalen van het energiegebruik bij een bepaalde activiteit of levensstijl. Onderzoek met zwaar water (zie kader) meet het energiegebruik over een langere periode, bijvoorbeeld een week. Je weet dus niet in hoeverre het energiegebruik samenhangt met een bepaalde activiteit, maar je kunt wel de leefstijl van een proefpersoon karakteriseren. Een belangrijk nadeel van deze methode is de prijs. Zwaar water en de bijbehorende metingen zijn duur.

Bij indirecte calorimetrie meet je de hoeveelheid uitgeademde CO<sub>2</sub>; de 'uitlaatgassen' zijn hier dus de maat voor het brandstofverbruik. Dit kan

### VRAAG 2

Behalve het energiegebruik en de gezondheid kun je ook de energie-inname meten. Maar hoe 'hard' zijn die calorieën op een verpakking?

in een zogenaamde respiratiekamer, of door het opvangen van de uitgeademde lucht tijdens een bepaalde activiteit. Een respiratiekamer is een luchtdicht afgesloten ruimte waarin een proefpersoon 24 uur of langer leeft. Door heel nauwkeurig de warmteverandering en CO<sub>2</sub>-concentratie te meten, kun je het energiegebruik tijdens het verblijf in de respiratiekamer berekenen. Een belangrijk nadeel is dat het normale gedrag van deelnemers in een respiratiekamer danig wordt verstoord. Dit soort meting wordt bovendien maar bij een klein groep proefpersonen toegepast. Dit kan een nadeel zijn omdat een kleine onderzoeksgroep niet noodzakelijk representatief hoeft te zijn voor de hele bevolking. Als je het energiegebruik van twintig jonge, goed getrainde wielrenners meet tijdens fietsen bij verschillende snelheden, zullen de uitkomsten waarschijnlijk niet representatief zijn voor oudere mensen, voor hardlopers, of voor *couch potatoes*.

## Zwaar water

Zwaar water, ook wel dubbel gelabeld water genoemd, is een zogenoemde stabiele isotoop. Het 'vervalt' niet en geeft dus geen radioactive straling. In de watermoleculen van zwaar water is het gewone waterstof (<sup>1</sup>H) vervangen door een versie met twee protonen (<sup>2</sup>H) en het gewone zuurstof (<sup>16</sup>O) door een versie met 18 protonen (<sup>18</sup>O). Bij normale consumptie is zwaar water niet giftig en daarmee bruikbaar voor experimenten. Als je het

drinkt, komt het zware zuurstof als CO<sub>2</sub> terecht in je uitademingslucht en in het water (H<sub>2</sub>O) van je urine. De zware waterstof komt alleen in de urine terecht. Via een ingewikkelde berekening kun je op basis van de meting van <sup>18</sup>O en <sup>2</sup>H in de urine achterhalen hoeveel CO<sub>2</sub> is uitgeademd en dus hoeveel energie werd gebruikt (als scheikundige reactie: C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> + 6O<sub>2</sub> => 6CO<sub>2</sub> + 6H<sub>2</sub>O + energie in de vorm van ATP).

## MET's en PAL's

Door middel van een *Metabolic Equivalent of Task* (MET) kun je de zwaarte van activiteiten vergelijken tussen individuen. De basis wordt gevormd door het energiegebruik in rust: de *Basal Metabolic Rate*, BMR. Door het energiegebruik voor een bepaalde activiteit, bijvoorbeeld schaatsen, te delen door de BMR, kun je zo'n activiteit karakteriseren. Deze verhouding wordt uitgedrukt in MET's.

Een andere maat voor fysieke activiteit is het *Physical Activity Level* (PAL). Hierbij wordt het totale energiegebruik over een dag of een week gedeeld door de energie die voor de ruststofwisseling nodig is. Je kunt PAL's gebruiken om personen te karakteriseren als 'erg actief' (hoge PAL, ongeveer 2) of 'niet erg actief' (lage PAL, rond de 1). Als je per dag een half uurtje intensief touwtje springt (10 MET), en de rest van de dag stil zit, zal je PAL misschien 1,2 zijn. Als je 8 uur van de dag, zeg, paarden verzorgt en stallen schoonmaakt en op die manier matig actief bent (6 MET), en de rest van de tijd uitrust, zal je PAL misschien 2,7 zijn. Dat betekent dat je zonder te sporten toch aardig actief kunt zijn!

Categorie	MET	Activiteit
Dagelijks	1,0	stilzitten
	1,5	zitten met lichte handarbeid
	2,0	staan
	2,0	langzaam lopen
	2,5	normaal lopen
	3,0	staan met gemiddelde handarbeid
	3,5	staan met zware handarbeid
	3,0	hond uitlaten
Sport	8,0	stevig doorlopen (7 km/h)
	2,5	milde rek- en strekoefeningen
	4,0	atletiek (discus, kogel)
	4,5	golfen, met clubs sjouwen
	4,5	joggen
	5,0	tennis, dubbelen
	6,0	atletiek (hoog/verspringen, polsstok)
	8,0	stevig fietsen
	8,0	competitie volleybal
	10,0	atletiek (hordelopen)
Dans/Aerobics	12,0	duiken
	12,5	skeeleren
	8,5	6-inch step
	10,0	10-inch step
Huishoudelijk werk	4,5	disco
	2,5	planten watergeven
	2,5	licht huishoudelijk werk
	3,0	kleine kinderen op de arm rondragen
	3,5	dweilen
	3,5	gemiddeld huishoudelijk werk
	3,5	stofzuigen
	4,0	zwaar huishoudelijk werk
	4,0	tillen (5 - 10 kilo)
Tuin	4,5	schilderen
	3,0	fruit plukken
	4,0	gras harken
	4,5	grasmaaien (elektrisch)

Het energiegebruik per activiteit, uitgedrukt in 'MET's'.



Met een activiteitenmonitor die je onder je kleding kunt dragen wordt het energiegebruik afgeleid.



### Activiteitenmeter op je lijf

De laatste jaren wordt energiegebruik steeds vaker gemeten met behulp van een zogenoemde activiteitenmonitor. Dit zijn kleine apparaatjes die je op je been of rug draagt en die in staat zijn om gedurende langere tijd – sommige apparaatjes tot tien dagen – gegevens te verzamelen omtrent het energiegebruik. De meeste van deze apparaatjes maken gebruik van accelerometrie: ze meten de versnellingen die je lichaam ondergaat tijdens het dagelijks leven. Als je stil zit wordt je lichaam niet versneld, maar als je loopt gaat je lichaam voortdurend op en neer, het wordt met elke stap versneld en weer afgeremd. Een activiteitenmonitor registreert deze versnellingen. De batterijen voor de accelerometer worden steeds beter en goedkoper, waardoor deze meting ook steeds langer en in steeds grotere groepen mensen kan worden toegepast. Tegelijkertijd worden de berekeningen die energiegebruik afleiden uit het versnellings-

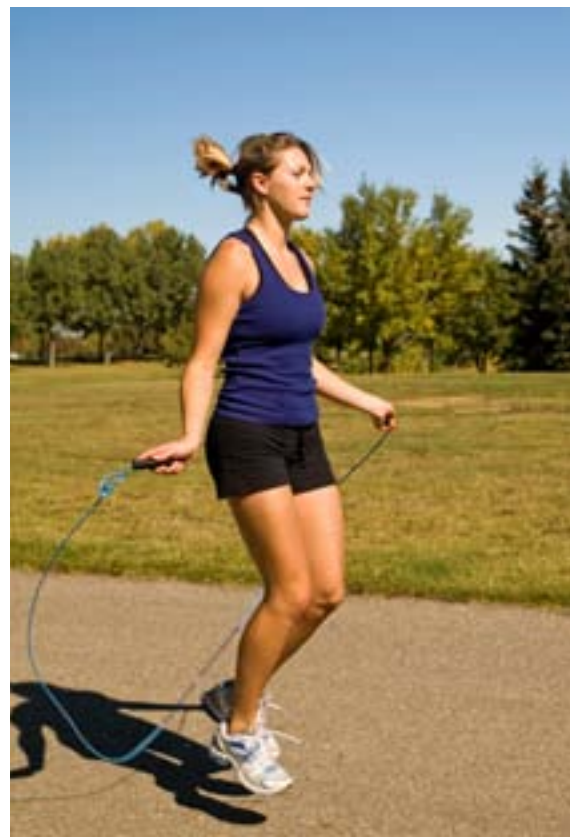
Intensief touwtjespringen vraagt 10 keer de hoeveelheid 'normale energie'.

patroon steeds geraffineerder, zodat metingen ook steeds nauwkeuriger worden. Hiermee combineert de activiteitenmonitor de voordelen van een vragenlijst en een laboratoriummeting: toepasbaar in grote groepen en nog nauwkeurig ook.

### Niet de ziekte meten, maar het risico

Als 'gezondheid' een doel is, en 'bewegen' een middel, is het goed om je te realiseren dat gezondheid in de praktijk ook maar een afspraak is. Iemand met een bloedsuikerspiegel van 5,9 mmol/liter heeft volgens de definities van de artsen geen diabetes, maar iemand met 6,0 zou dan ineens chronisch ziek zijn? Je intuïtie zegt al dat dit niet kan kloppen, maar toch: als je onderzoek wilt doen naar het positieve effect van bewegen op gezondheid heb je objectieve maten nodig.

Een probleem met de gezondheidseffecten van bewegen – en omgekeerd met de ziekmakende gevolgen van niet bewegen – is dat ze lang op zich





laten wachten. Als je vandaag niet beweegt, ben je morgen niet meteen ziek. Het is net als met roken: pas na lange tijd komen de eventuele longkanker of de andere effecten aan het licht. Dat geldt ook voor de gevolgen van te weinig bewegen. Als je niet actief bent gaan je algeheel functioneren en je fitheid langzaam achteruit. In het dagelijks leven zul je dat nauwelijks merken, hooguit als je even een sprintje naar een vertrekkende trein moet trekken. Pas na jaren komen de klachten of ziekten die misschien wel iets met dat vele stilzitten te maken hebben.

Omdat oorzaak en gevolg zo ver in de tijd uit elkaar liggen is het lastig om een oorzakelijk verband vast te stellen. Daarom kijken onderzoekers liever naar zogenoemde risicofactoren. Waar de gezondheidsproblemen hart- en vaatziekten, diabetes mellitus, obesitas, COPD, kanker of osteoporose kunnen zijn, zijn lichaamsgewicht, bloeddruk, buikomvang of cholesterolgehalte van het bloed makkelijk te meten factoren die een duidelijk verband hebben met het risico op die kwalen.

Daarnaast worden ook fitnessmaten gebruikt, zoals het maximaal vermogen dat je kunt leveren op een hometrainer, de score bij een longfunctietest, spierkracht, maar ook meer functionele tests als een 6-minutenwandeltest, de zogenoemde

*timed-get-up-and-go test*, of de lenigheidstest.

Als risicofactoren lang blijven bestaan, kunnen ze op termijn leiden tot het daadwerkelijk optreden van ziekten en beperkingen. De fitnessmaten zijn een soort zijweggetje: als je niet goed scoort op een fitness test, zul je waarschijnlijk niet zo actief zijn, en dat zal op den duur leiden tot risicofactoren en daarmee tot gezondheidsproblemen. Daarnaast is fitness een voorwaarde om actief te kunnen zijn. Dus verminderde fitness is niet alleen een gevolg van te weinig bewegen, maar ligt ook aan de basis daarvan.

**Met de timed-get-up-and-go test wordt de lenigheid gemeten.**

## Waarom gaat bewegen samen met gezondheid?

Bewegen draaide ooit om drie V's: voeding, voortplanting en veiligheid. Wie duizenden jaren geleden wilde eten moest dat eten zelf gaan bejagen of verzamelen. Wie niet gegeten wilde worden moest bij tijd en wijle de benen kunnen nemen en voor een aardige *date* kon je niet terugvallen op internet. De wetten van de economie golden destijds ook al. Bewegen om te eten was alleen zinvol als jagen of zoeken van eten meer energie opleverde dan het kostte. Dat betekent dat indivi-



duen die zuinig met beschikbare energie omsprongen een grotere kans om te overleven hadden dan zij die al bewegend te veel vetten en koolhydraten verkwistten.

Anderzijds was er de noodzaak om voedsel efficiënt te kunnen opslaan. En dan niet in een koelkast, maar als onderhuids vet in het eigen lichaam. Daarmee waren dus ook individuen die efficiënt energie konden opslaan in vetweefsel evolutionair gezien in het voordeel. Tot overmaat van ramp voor de moderne mens, waren onze voorouders ook in het voordeel als ze zich niet al te duk maakten. 'Liever lui dan moe' komt in die zin niet uit de lucht vallen. Zo ontstond een mens die geneigd was stil te zitten, efficiënt voeding verterde en opsloeg, en heel zuinig met energie om wist te gaan als er toch bewogen moest worden.

Nu bewegen geen noodzaak meer is keert die evolutie zich tegen ons. Het gevolg is dat veel van onze tijdgenoten kampen met een verstoorde ener-

giebalans: we eten meer dan we gebruiken. Dat gaat een tijdje goed, de overtollige energie wordt als vet opgeslagen in de depots die de evolutie daarvoor heeft bedacht. Het gaat mis op het moment dat die depots vol raken, en vet wordt opgeslagen op plaatsen die daar niet geschikt voor zijn. De

lever en de bloedbaan zijn wat dat betreft beruchte plaatsen. Hart- en vaat-aandoeningen, diabetes mellitus type II, obesitas en verscheidene vormen

van kanker kunnen een gevolg zijn van vetopslag op de verkeerde plaatsen.

De veel gehoorde slogan 'use it or lose it' is ook door Moeder Natuur bedacht. Energie moet zo efficiënt mogelijk worden gebruikt, dus structuren en organen die je niet gebruikt kun je beter zo klein mogelijk houden. Hoe groter een spier is, des te meer energie kost het onderhoud. Wat je niet gebruikt, wordt door het lijf dus 'opgeruimd'. Wie veel stilzit krijgt kleinere en slappere spieren en brozere botten.

Voldoende bewegen is dus van belang voor een goede energiebalans, om te voorkomen dat je vetdepots overvol raken en om te zorgen dat je lijf goed blijft functioneren en zichzelf niet gaat opruimen.

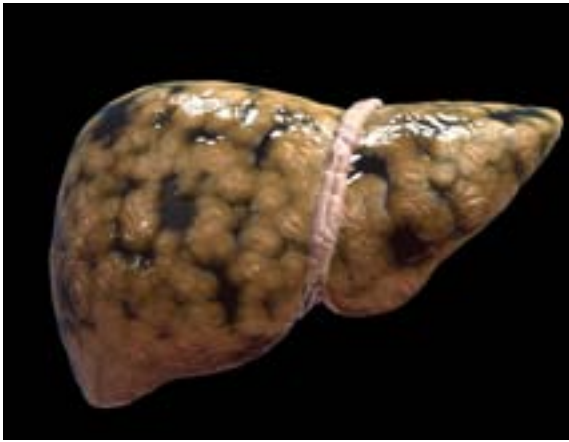
### Het bewijs

Er zijn beroemde studies die verbanden tussen gezondheid en bewegen laten zien. In de jaren vijftig werd in Groot-Brittannië een studie uitgevoerd onder buschauffeurs en conducteurs. De opzet was simpel: voor 31.000 werknemers van het Londense openbaar vervoer werd onderzocht of ze in de twee voorafgaande jaren hart- en vaatproblemen hadden gehad. Het bleek dat de chauffeurs beduidend vaker geconfronteerd werden met hart- en vaatziekten

## Organen die je niet gebruikt worden opgeruimd

**Zelfs het uitlaten van de hond weten sommigen nog zonder inspanning voor elkaar te krijgen.**





Een vette (links) versus een gezonde lever (rechts); de 'rokerslong' van de toekomst?

dan de conducteurs. De conducteurs liepen de hele dag door de dubbeldekker, trap op trap af. De chauffeurs zaten hun hele dienst achter het stuur.

Uit een ander onderzoek onder 2.236 schaatser die in 1956 aan de Elfstedentocht deelnamen, bleek dat 32 jaar later duidelijk minder van hen waren overleden dan je op basis van de statistieken mocht verwachten. De Elfstedentocht bestaat uit een wedstrijdtocht en een deel voor toerrijders. De toerrijders zijn wat minder fanatiek dan de wedstrijdrijders, maar zijn in vergelijking met de gemiddelde Nederlander toch ook goed getraind. Onder de toerrijders bleken in 32 jaar 28% minder mensen overleden te zijn dan je zou verwachten op basis van de gemiddelden, en onder de wedstrijdrijders 10% minder. Een Engels onderzoek onder deelnemers aan de *boatrace*, de prestigieuze jaarlijkse roeiwedstrijd tussen de universiteiten van Cambridge en Oxford, liet vergelijkbare effecten zien voor de roeiers ten opzichte van de gemiddelde bevolking.

### Oorzaak of statistiek

Toch betekent dit niet dat schaatsen, roeien, of kaartjes knippen op een dubbeldeksbus je leven verlengt. Het betrof hier steeds beschrijvend onderzoek. Verbanden werden achteraf gelegd.

Misschien kregen de buschauffeurs wel meer hartkwalen door de stress over het gedrag van medeweggebruikers. Of misschien voelden de buschauffeurs vooraf al wel, bewust of onbewust, dat ze minder gezond waren, en kozen ze daarom een beroep dat fysiek minder belastend was. Misschien zijn buschauffeurs en -conducteurs sowieso wel heel verschillende typen mensen. Hetzelfde geldt wellicht voor sporters. Misschien doen gezonde mensen gewoon vaker aan sport?

Op basis van dit soort studies achteraf, mag je dus niet zomaar concluderen dat er een oorzakelijk verband is. Daarvoor moet je zogenoemde interventiestudies uitvoeren. Bij een interventiestudie verdeel je mensen in twee groepen met gelijke eigenschappen: gelijke gezondheid, net zoveel zin om te gaan sporten en evenveel eetlust. Vervolgens laat je de ene groep sporten of bewegen en de andere stilzitten. Als je dan ontdekt dat de sportende groep langer leeft dan de stilzitters, dan mag je concluderen dat sporten je beschermt tegen een vroegtijdige dood. In jargon heet dit een *Randomized Controlled Trial*, een RCT.

Aan dit soort studies zitten de nodige praktische en ethische bezwaren. Een praktisch bezwaar is dat je wel heel lang moet wachten op je onderzoeksresultaten, zeker als je wilt weten of je langer leeft



### VRAAG 3

Zou je de gezonde effecten van beweging niet op een andere manier kunnen bereiken?

door te sporten. Een ander praktisch bezwaar zou kunnen zijn dat het moeilijk is om een grote groep mensen een leven lang stil te laten zitten. Behalve dat dit in de praktijk lastig uitvoerbaar is, zou een dergelijk aanpak ook ethisch bezwaarlijk zijn. Je kunt mensen niet doelbewust aan een mogelijk risico blootstellen.

### Volgen in de tijd

In plaats van onderzoek achteraf (retrospectief), zoals met de sporters of de buschauffeurs, kun je ook een zogenoemd prospectief cohortonderzoek doen. Daarbij wordt een groep mensen (een cohort) willekeurig geselecteerd, en vervolgens over een hele lange tijd gevolgd, zonder dat hen verder iets in de weg wordt gelegd. Ze mogen in hun dagelijks leven doen en laten wat ze willen. Het enige wat van hen wordt gevraagd is om eens in de zoveel tijd, bijvoorbeeld om de vijf jaar, zich te laten onderzoeken of vragenlijsten in te vullen. Het voordeel van deze aanpak is dat je kunt kijken hoe de leefstijl en daarmee het beweeggedrag over de jaren verandert en hoe op elk van de meetmomenten de gezondheid al dan niet mee verandert. Het probleem blijft ook hier in het woordje 'mee' zitten, want ook in deze opzet mag je niet zomaar concluderen dat een causaal verband ten grondslag

De roeiers van Oxford en Cambridge zijn dankbare 'proefkonijnen'.



ligt aan een associatie tussen een bepaalde leefstijl aan het begin van de studie en een gezondheidsuitkomst na 5, 10 of 15 jaar.

Een mooi voorbeeld van een dergelijke aanpak is het Amsterdamse Groei- en Gezondheidsonderzoek, dat in 1976 van start ging met 600 Amsterdamse 13-jarige jongens en meisjes. Van die scholieren werd eens in de vijf jaar een grote hoeveelheid gezondheidsgegevens verzameld. Inmiddels is het eerste cohort al zeven of acht keer onderzocht, wat een schat aan gegevens heeft opgeleverd. Een opvallend resultaat is bijvoorbeeld dat deelnemers die als puber al niet zo fit waren, en die dat op 36-jarige leeftijd nog steeds niet waren, dikker zijn, een ongunstige verdeling van lichaamsvet over hun lijf hebben en slechtere en stijvere bloedvaten hebben. Dit zijn allemaal risicofactoren voor hart-en vaatziekten.

### Tweelingen

De Vrije Universiteit in Amsterdam houdt een – inmiddels wereldberoemd – Nederlands Tweelingen Register (NTR) bij. De ouders van tweelingen, en later de ook de tweelingen zelf, krijgen de vraag of ze daarin opgenomen willen worden. Vervolgens krijgen ze met enige regelmaat vragenlijsten toegestuurd over hun gezondheid en hun leven. Dit tweelingenregister is natuurlijk een heel bijzonder cohort. Het gaat om kleine groepjes van twee mensen die genetisch en sociaal meer of minder met elkaar verbonden zijn. Er zitten tweeeiige tweelingen bij, die genetisch net zoveel van elkaar verschillen als 'gewone' broers en zussen, en eeneiige, die genetisch identiek zijn. Er zitten tweelingen bij die gescheiden opgroeien, en ook tweelingen die elke dag dezelfde kleren aantrekken, waarbij hun ouders er soms zelfs op letten dat ze niets verschillend doen.

Het NTR heeft onderzoek gedaan naar het sportgedrag onder jongeren. Daaruit bleek dat op jonge leeftijd vooral de sociale omgeving bepaalt



**In de Maastrichtstudie worden 10.000 mensen om de vijf jaar onderzocht.**

of, en zo ja hoeveel je sport. Later spelen genetische factoren een veel belangrijker rol. Dat zijn voor beleidsmakers die mensen proberen aan te zetten tot sporten natuurlijk interessante gegevens. Hoe krijg je bijvoorbeeld mensen aan het bewegen als dat toch vooral door je genen bepaald wordt en minder door je sociale omgeving? Hebben campagnes dan wel zin? Moet je een heel erg dwingende campagne bedenken, of moet je je misschien op andere lichamelijke activiteiten dan sport richten?

### **Bewegen en diabetes**

Ook op het gebied van chronische ziekten en veroudering kent Nederland een aantal, inmiddels vermaarde cohortstudies. Ruim twintig jaar geleden werd, ook door de Vrije Universiteit, in West-Friesland de Hoornstudie gestart onder ruim 2.000 willekeurige Westfriezen tussen de 50 en 75 jaar oud. Het doel van die studie was het vóórkomen van 'ouderdomssuikerziekte' (diabetes mellitus type II) in kaart te brengen. Zo is ontdekt dat er net zoveel mensen met type II-diabetes rondlopen die dat nog niet weten, als mensen die al wel gediagnosticeerd zijn. Ook bleek 35% van de mensen met diabetes vaatproblemen te hebben. Vaatproblemen zijn een belangrijke oorzaak van hartproblemen

en mensen met diabetes bleken dan ook een lagere levensverwachting te hebben.

In 2006 is een nieuwe Hoornstudie gestart, onder meer met als doel meer inzicht te krijgen in factoren die samenhangen met het ontstaan en voorkómen van type II-diabetes. Bewegen blijkt een belangrijke factor in het voorkómen van deze ziekte. Daarom wordt in een ander cohortonderzoek, de Maastricht Studie, de dagelijkse lichamelijke activiteit expliciet gemeten. In de Maastricht Studie, die in 2010 van start gegaan is, worden 5.000 mensen met type II-diabetes en 5.000 mensen zonder leefstijlgerelateerde chronische aandoening elke vijf jaar gemeten. Ze komen daarvoor naar een onderzoekscentrum waar ze gedurende drie dagdelen 'binnenste buiten worden gekeerd'. Daarnaast wordt hen ook nog gevraagd om gedurende een week met een aantal metertjes rond te lopen. Een van die metertjes is een activiteitenmonitor die 24/7 registreert of ze zitten, liggen of staan, en hoe actief ze zijn. Sluitend bewijs voor een oorzakelijk verband kunnen dit soort cohortstudies niet leveren, maar door hun grote omvang, hun lange duur en de vele factoren die tegelijkertijd worden gemeten, wordt aan dit soort studies toch een zekere bewijskracht toegekend.

### **Het hardste bewijs**

Het enige echte bewijs voor causale verbanden, de 'gouden standaard', blijft een gerandomiseerd en gecontroleerd onderzoek, een RCT (zie pagina 19). Door middel van RCT's is onderzocht wat de invloed is van verschillende vormen van bewegen en sport op hart- en longconditie, spierkracht, het zogenoemde lipiden- en lipoproteïne profiel van het bloed, de bloeddruk, de insuline- en glucoseconcentraties in bloedplasma, de gevoeligheid voor insuline, het cognitief functioneren en het lichaamsgewicht.

In een recent Amerikaans onderzoek is onderzocht of één (!) dag niet bewegen al invloed heeft op

Ziekte/aandoening	Statistisch verband	Consistentie	Verband in de tijd	'Biologica'	Experimenteel bewijs	Dosis/responsrelatie
	(Strikt getalsmatig)	(Zie je steeds eenzelfde verband?)	(Volgt het één ook in de tijd op het ander?)	(Is het verband biologisch te verklaren?)	(Wordt het bewijs ook door experimenten geleverd?)	(Neemt het effect toe met de dosis beweging?)
Hart- en vaatziekten	***	***	***	***	***	***
Type II diabetes	***	***	***	***	***	***
Overgewicht/ obesitas	***	**	*	***	*	*
Borstkanker (na de overgang)	**	**	**	*		*
Dikke darmkanker	*	**	**	*		*
Psychologisch welbevinden	*	*		*		*
Depressie	**	*	*			*
Cognitieve achteruitgang	*	**	*			
Prostaatkanker	*	*	*			

\* redelijk bewijs    \*\* sterk bewijs    \*\*\* zeer sterk bewijs

#### Het verband tussen de mate van fysieke activiteit en het risico op chronische aandoeningen.

de insulinegevoeligheid. Insuline is een hormoon dat de bloedsuikerspiegel regelt. Als je lijf niet meer zo gevoelig is voor insuline stijgt de bloedsuikerspiegel. Dat leidt op den duur tot diabetes type II. In dit onderzoek moesten de deelnemers drie protocol-len volgen, elk protocol op een andere dag. Op één dag mochten ze gewoon zoveel bewegen als ze normaal deden. Tijdens deze 'beweedag' gebruikten ze ongeveer 3.000 kcal. Dat was ook de hoeveelheid energie die ze via het eten binnen kregen. Tijdens de twee andere dagen moesten ze zoveel mogelijk stil zitten. Hun energiegebruik werd daardoor gereduceerd tot 2.000 kcal. Tijdens één van deze twee 'zitdagen' kregen ze hun gewone menu te eten van 3.000 kcal. Op de andere dag werd het menu aangepast zodat energie-inname en -gebruik met elkaar in balans waren. Na elke dag werd de gevoeligheid van het lijf voor insuline gemeten. Die bleek na de zitdag met afgepaste energie-inname 18% lager dan na de beweegdag. Na de zitdag waarbij normaal

werd gegeten was de insulinegevoeligheid zelfs 39% lager dan normaal.

Wat dit betekent voor de dagelijkse praktijk en voor de gezondheid op de langere termijn is niet gemakkelijk hard te maken. Daarvoor moeten onderzoekers vaak weer terugvallen op cohortstudies of 'achteraf-onderzoek'. Om toch aanbevelingen te doen over gezond beweeggedrag, baseren onderzoekers zich meestal op een combinatie van RCT's, cohortstudies en beschrijvend onderzoek achteraf. Per gezondheidsprobleem wordt de relatie met lichamelijke activiteit op een aantal criteria beoordeeld. Er wordt gekeken naar de kracht en consistentie van het gevonden verband, naar de relatie tussen de dosis (de hoeveelheid beweging) en het (gezondheids)effect, en ook of een relatie biologisch wel logisch is. Voor een aantal belangrijke chronische aandoeningen is op die manier een causale relatie tussen lichamelijke activiteit en gezondheidsproblemen vastgesteld.

# Hoeveel bewegen die andere dieren dan?

■ IR. ROB BUITER



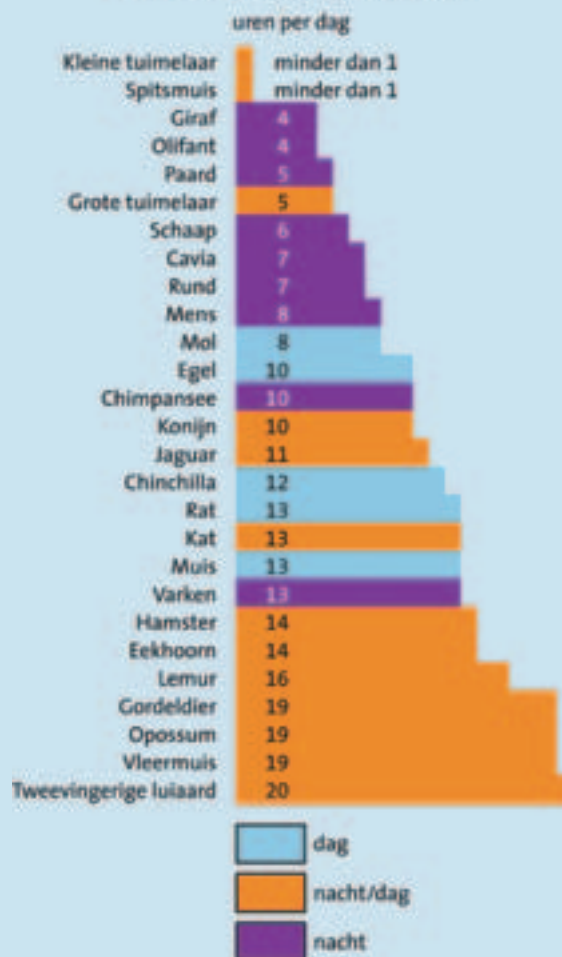
De hoeveelheid slaap van dieren zoals gemeten in gevangenschap. De tijd dat dieren slapen varieert aanzienlijk, van het 'dutje' dat spitsmuizen doen tot de diepe slaap van een luiaard. De mens heeft met een slaaptijd van ongeveer 8 uur een gemiddelde positie.

**N**ADENKEN OVER het belang van voldoende beweging is interessant omdat we het niet voldoende doen, bewegen. Toen mensen nog grotendeels onderdeel waren van de natuur was er weinig aan de hand. Het ging pas mis toen er ook cultuur in ons leven werd geïntroduceerd. Zo bezien kunnen we misschien nog wat leren van de natuur als het gaat om de hoeveelheid en de kwaliteit van onze dagelijks portie beweging.

De wetenschappelijke literatuur lijkt geen rijke bron van informatie over de dagelijkse hoeveelheid beweging van dieren. "Er is in ieder geval een enorme variatie", stelt bijvoorbeeld professor Serge Daan, emeritus hoogleraar chronobiologie van de Rijksuniversiteit in Groningen. Daan heeft zich zijn hele academische leven bezig gehouden met wat je met een beetje goede wil de 'tegenhanger' van beweging zou kunnen noemen: slapen. "Daarmee doe je zowel het bewegen als het slapen tekort", benadrukt Daan, "maar bij gebrek aan goede overzichten van de hoeveelheid beweging is inzicht in de hoeveelheid slaap in ieder geval een manier om toch een redelijke indruk te krijgen van de activiteit van verschillende diersoorten."

Een overzicht van de hoeveelheid slaap van verschillende zoogdieren vermeldt dat de tuimelaar (een dolfinensoort) en de spitsmuis minder dan één uur per etmaal slapen. Via de olifant (4 uur), het schaap (6 uur), het konijn (10 uur) en de eekhoorn (14 uur) komt het overzicht uiteindelijk uit bij de luiaard, die maar liefst 20 uur per dag hangt te slapen. "Maar ook daar moet je een kanttekening bij plaatsen", zegt professor Daan. "Het meeste

Slaaperiode van dier en mens



onderzoek naar de hoeveelheid slaap bij dieren is tot nu toe gedaan bij dieren in gevangenschap, bijvoorbeeld in een dierentuin. Sinds enige tijd zijn er voldoende kleine EEG-apparaatjes beschik-

baar, waarmee je daadwerkelijk de hoeveelheid slaap van wilde dieren kunt meten. Daaruit blijkt dat de luiaard in het wild eigenlijk maar 9 uur echt slaapt!”

### Logische variatie

Een grote variatie tussen diersoorten in de hoeveelheid slaap en ook in de hoeveelheid beweging lijkt logisch. Roofdieren hebben met een paar goede sprints en één hit soms voldoende voedsel bemachtigd voor meerdere dagen luiere. Een graseter daarentegen moet vele uren per dag grazen en in veel gevallen dan ook nog eens een aantal uren

herkauwen voor hij of zij voldoende energie heeft binnengekregen en kan gaan slapen. Zeker voor een schaap in een grazig Hollands weiland – sommige schapen zie je zelfs leunend op hun ‘ellebogen’ grazen! – lijkt de inspanning van het gras eten niet heel groot, maar het dier moet hoe dan ook in beweging blijven om aan zijn kostje te komen.

Kijkend naar onze naaste verwanten, de primaten, lijkt de hoeveelheid inspanning die ze van nature verrichten over het algemeen nogal mee te vallen. Dat wil zeggen: als je naar de apen in de dierentuin kijkt. Orang-oetans lijken het grootste deel van de dag met een kartonnen doos over hun

Na gedane arbeid...





hoofd in een hoekje te zitten. Ook in de bossen van Indonesië kunnen ze – na het binnenhalen van hun dagelijks portie vruchten – in principe rustig aan doen. Met energie gaan immers ook onze naaste verwanten zuinig om.

### **Niet per se om te eten, ook om de lol**

“Maar vergis je niet”, waarschuwt professor Jan van Hooff, emeritus hoogleraar gedragsbiologie van de Universiteit Utrecht. “In onze genen zit ook een gezonde lust tot bewegen gebakken. Ook dat zie je als je naar apen kijkt. En dat houdt echt niet op na de jeugd. Jonge dieren zijn extreem exploratief, maar ook oudere dieren bewegen om het bewegen. Een gibbon die zomaar door de bomen zwaait zal daar ook lol aan beleven.”

Van Hooff denkt dat het niet per se de wegvalende natuurlijke noodzaak tot bewegen is die ons de afgelopen halve eeuw parten speelt. “Het is te simpel om te stellen dat de natuurlijke hoeveelheid beweging niet meer noodzakelijk is, en dat we daarom in de problemen komen. Gedrag, ook beweeggedrag, is een veel complexer fenomeen. Het komt voort uit verschillende soorten behoeften. Wanneer mensen te dik worden zie je die behoeften verschuiven. Ook bij gezonde volwassenen vermindert de behoefte tot bewegen. Bij obese mensen lijkt dit evenwel veel sneller te gaan. Bij dieren en mensen die ouder worden verdwijnt de natuurlijke nieuwsgierigheid, de exploratiedrang en de ‘speelsheid’ sowieso geleidelijk. Maar toch, die lust zit er ook bij volwassen mensen echt nog wel in. Kijk maar naar het genoegen dat mensen aan sport beleven. Van joggers is bekend dat ze

zelfs in een weldadig soort roes kunnen belanden.”

Omgekeerd zie je volgens Van Hooff dat dieren in gevangenschap ook kunnen lijden aan de negatieve effecten van obesitas. “Ook die dieren zie je in zo’n geval minder bewegen dan goed voor ze is. Dikke mensen hebben dan nog een alternatief. Als zwaarlijvigheid ons het gezonde bewegen belemmert, kunnen we altijd nog onze behoeften tot ‘speelgedrag’ bevredigen met machines. Zo hoorde ik onlangs een politicus het verhogen van de maximumsnelheid verdedigen met de constatering dat ‘de mens nu eenmaal behoefte heeft aan snelle beweging’. Op een vreemde manier zou je zelfs die behoefte aan beweging natuurlijk kunnen noemen.”

# Als bewegen ontaardt in sport

■ IR. ROB BUITER

**I**N DEN beginne schiep de mens de stoomtrein. Nu hoefde hij nooit meer te lopen. De tweede dag schiep hij de hijskraan, de derde de elektrische stoel. Het blik werd de vijfde dag geschapen, een dag na de blikopener, anders heb je er niks aan. 'Daar zij kruimeldief', sprak de mens de zesde dag en daar werd kruimeldief. Nu was alle werk de mens door machines uit handen genomen en de mens zag dat het goed was. Toen kwam de zevende dag en schiep de mens de sport.

Uit: *Lichamelijke oefening*, Midas Dekkers (Contact, 2006)

Midas Dekkers (Haarlem, 1946) heeft het niet zo op sport. Ook niet op sporters trouwens, getuige zijn boek *Lichamelijke oefening*. Sporters zijn mensen die uit vrije wil kinderachtige kleren aantrekken om zich vervolgens ongezond druk te gaan lopen maken, vindt hij. Om van – in zijn ogen – rare trends als nordic walking nog maar te zwijgen. "In mijn jeugd moest ik kolen scheppen voor mijn ouders en gras snijden voor het konijn. Zo waren er de rest van de dag nog de nodige klusjes, waardoor je aan het eind van dag ook echt moe was. Elk dier is gemaakt voor zijn of haar natuurlijke levenswijze. Voor ons is dat onder andere wandelen. Daar

Nordic walking is de ontaarding van sport, volgens Midas Dekkers.





#### ANTWOORD 1

Eetlust wordt door veel meer factoren bepaald dan door energiebehoefte alleen. Gewenning is daarvan misschien nog wel de meest riskante.

#### ANTWOORD 2

Kijk om je heen en je weet: het ene lichaam doet iets heel anders met de calorieën uit het eten dan een ander lichaam. Bijvoorbeeld de opname door de darm verschilt sterk. Toch is de hoeveelheid kcal (Cal) het beste houvast om energieopname en -gebruik te meten.

#### ANTWOORD 3

Theoretisch zou je bepaalde effecten, zoals de gunstige invloed van groeifactoren en cytokinen (zie hoofdstuk 2) in een medicijn kunnen stoppen. Maar zo'n medicijn zou op zijn best een slap aftreksel worden van de complexiteit van beweging.

zijn we erg goed in. Dat kunnen we dan ook tot in lengte van jaren volhouden en dat is goed voor ons lijf. Maar pas op dat je wandelen niet laat ontfaan in hardlopen!”

Lichamelijke oefening laat zich met gemak lezen als een anti-sportboek. Maar dat Dekkers daarmee niets met bewegen heeft is een misvatting die hij snel wil rechtzetten. “Ik zou bijna zeggen: ik ben het met mijn tegenstanders eens dat een half uur per dag bewegen goed voor je is. Dat betekent heus niet dat we het fornuis weer van het gas moeten loskoppelen om weer kolen te gaan scheppen. Ook in deze tijd van technologische hulpmiddelen is het geen probleem om aan het benodigde halve uur beweging per dag te komen. Als je normaal leeft – traplopen, fietsen, dat soort dingen – is dat goed te doen. Maar nee, wat doen de ‘sporters’, die gaan de hele dag stilzitten aan een bureau, rijden vervolgens in een dikke auto naar het sportveld en gaan zich daar in veel te weinig tijd veel te hard lopen inspannen. Dat is vragen om ellende.”

### Körperkultur

Volgens Dekkers is de moderne verheerlijking van de sport een ontspoorde uitleg van de Körperkultur uit het begin van de vorige eeuw. “Van oorsprong draaide het in de Körperkultur om de geest: het lichaam als bron van vreugde. Maar nu draait het alleen nog maar om het lijf en om de fysieke prestatie. Iedereen moet een winnaar kunnen worden. Ben je lang en dun, dan moet je uitblinken in hardlopen. Ben je juist kort en dik, dan schijn je in de wieg te zijn gelegd om gewichten te heffen. Niemand mag meer tot de massa rond het gemid-

delde horen. Iedereen wil zo veel mogelijk aan de rechterkant van de zogenoemde Gauss-kromme terechtkomen. Maar dat kan natuurlijk helemaal niet. De massa hoort gewoon in het midden te blijven. Niet overdrijven dus.”

### Blessures

Met zijn bekende, recalcitrante stijl kreeg Dekkers met Lichamelijke oefening natuurlijk de nodige sporters op de kast. ‘Per saldo waren de voordelen van sport toch evident’, vonden zij. “Nou, ik heb er tijdens het schrijven van mijn boek vijf jaar naar gezocht, maar netto geen positief resultaat gevonden. Het enige wat je met sport bereikt is anderhalf miljoen blessures per jaar. Moet je nagaan wat dat kost, voor de gezondheidszorg, of voor je baas! Nee, als je wilt sporten, dan moet je dat vooral doen. Misschien moet je het eerst ook even aan je baas vragen. Maar je moet het vooral alleen doen omdat je het leuk vindt. Niet overdrijven dus. Sport is bepaald geen panacee voor al je kwalen. Gewoon een half uur wandelen kan ook.”

Na enig aandringen geeft Dekkers toe zelf ook vrij recent een blessure te hebben gehad, al wil hij het zeker geen sportblessure noemen. “Vorige winter ben ik op weg naar de kroeg uitgegleden en heb ik mijn arm gebroken. Als het nou nog op de weg terug was geweest...”. Zelfs bescheiden bewegen op zijn Dekkers’ kent blijkbaar risico’s.



**Bewegen heeft een positieve invloed op onze gezondheid, zoveel is duidelijk. Maar wat doet beweging precies met de verschillende organen en systemen in ons lichaam? Zes voorbeelden.**

# Bewegen traint meer dan spieren

**B**IJ BEWEGING zijn veel organen en systemen betrokken. In de meest directe zin zijn dat natuurlijk de spieren en de botten. Samen heten die niet voor niets 'het bewegingsapparaat'. Om dat bewegingsapparaat van energie te voorzien zijn onder andere hart, bloedvaten en longen actief. De coördinatie van beweging ligt voor een belangrijk deel in onze hersenen.

Omdat het lichaam geen verzameling is van losse systemen die ieder hun eigen ding doen, maar een goed georkestreerd systeem van samenwerkende organen, heeft beweging invloed op alle betrokken biologische systemen. Die systemen zijn op hun beurt ook weer vervlochten met andere functies. Het brein coördineert niet alleen bewegingen, maar ook cognitieve functies. En het bloed vervoert niet alleen brandstof, maar ook de cellen die met de afweer te maken hebben. Op die manier ontstaat een nauwkeurig geknoopt netwerk van biologische functies in het lichaam die allemaal worden beïnvloed door bewegingen en niet te vergeten, ook door het eventuele gebrek aan beweging.

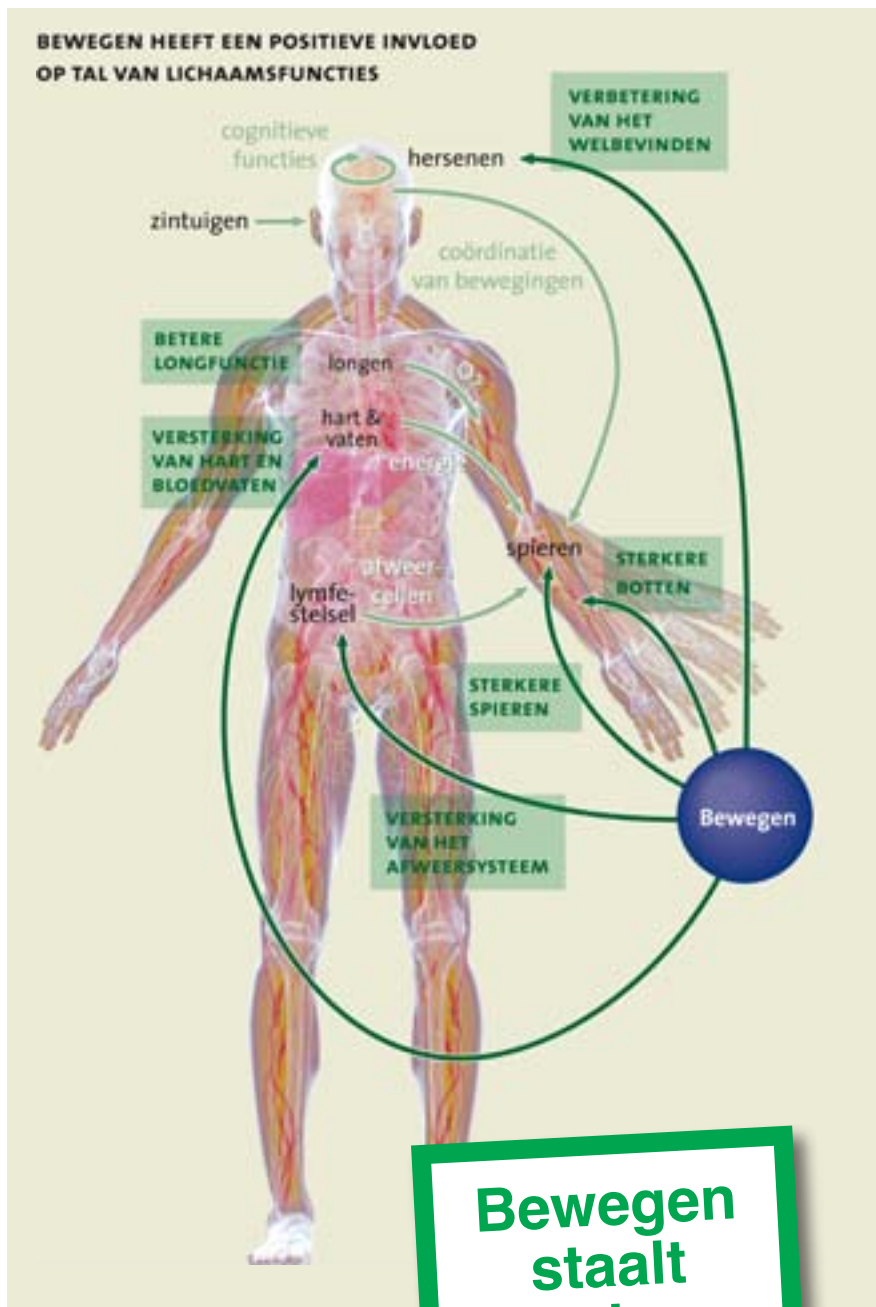
## Het bewegingsapparaat

■ DR. LEX VERDIJK

Om te ontdekken wat beweging doet met ons bewegingsapparaat wordt er onderscheid gemaakt tussen krachtsinspanning en duurinspanning. Let wel: inspanning is niet hetzelfde als training. Training richt zich op structurele en functionele veranderingen, met als doel een verbeterde prestatie in specifieke taken. Inspanning is niet per se gericht op verbetering van de prestatie. Het kan ook iets alledaags zijn als traplopen. Training gebeurt vaak in relatie met sportprestaties of revalidatie, terwijl algemene inspanningseffecten meer betrekking hebben op activiteiten in het dagelijks leven, of het onderhouden van een bepaalde mate van fitheid of gezondheid. Ondanks dat nemen we in deze paragraaf training als uitgangspunt om de effecten van inspanning op het bewegingsapparaat helder weer te geven.

### Gezonde duurtraining

Duurtraining richt zich op het verbeteren van het uithoudingsvermogen. Het lopen van een marathon en het fietsen van de Tour de France zijn extreme staaltjes van uithoudingsvermogen. Duur atleten proberen een bepaalde (submaximale)



Beweging heeft invloed op veel organen en systemen.

inspanning zo lang mogelijk vol te houden bij een zo hoog mogelijke intensiteit. De benodigde energie voor de spieren komt uit aerobe verbranding van voedingsstoffen, dus verbranding met behulp van zuurstof. Om de inspanning zo lang mogelijk vol te houden moet het energieaanbod goed afgestemd zijn op de energiebehoefte. De aanpassingen van het lichaam aan duurtraining hebben dan ook te maken met die energiebehoefte. Zo verbetert de doorbloeding van de spieren als gevolg van duurtraining, zodat voedingsstoffen en zuurstof makkelijker worden aangevoerd en opgenomen in de spier. Ook verbetert de opslag van vetten en koolhydraten in de spier.

Niet alleen de opslag van energie verandert, ook de productie van bruikbare energie in de cel in de mitochondria. Daar wordt met behulp van zuurstof ATP gemaakt (zie pagina 40). Dat adenosinetrifosfaat is de generieke energiebron voor alle lichaamscellen. Zowel glucose en andere koolhydraten als vet(zuren) kunnen hiervoor als bron dienen. Ons lichaam is veel beter in staat om vetten op te slaan dan koolhydraten. Vandaar dat de mate waarin we in staat zijn om vetten als energiebron te gebruiken een belangrijke factor is voor prestatie.

Duurtraining zorgt ervoor dat de spier relatief beter met vetten kan omgaan. De opname van vetten verbetert op verschillende plaatsen in de spiercel: vanuit het bloed de cel in, maar ook vanuit de cel de mitochondria in. Dit komt door een toename en ook een verbeterde werking van de enzymen die hierbij betrokken zijn, onder andere in de mitochondria. Daarnaast worden er meer mitochondria aangemaakt en worden deze ook groter. Dit alles zorgt ervoor dat bij eenzelfde inspanning een duuratleet relatief meer vet gebruikt voor zijn energievoorziening dan een ongetraind persoon. Zodoende worden de koolhydraten gespaard en kan een inspanning beter/langer worden volgehouden.

Omdat aerobe processen een hoofdrol spelen bij duurtraining, is het niet verwonderlijk dat de verschillende veranderingen vooral plaatsvinden in type I-spiervezels (zie pagina 32). Sommige wetenschappelijke studies laten zien dat die spiervezels groter worden en dat ook hun aandeel ten opzichte van de type II-spiervezels in een bepaalde spier kan toenemen. Ook neemt de maximale hoeveelheid zuurstof die het lichaam per tijdseenheid kan gebruiken tijdens inspanning (de zogenaamde  $\dot{V}O_2 \text{ max}$ ) toe door duurtraining. De algehele 'conditie' verbetert dan ook. In combinatie met de positieve effecten op vetverbranding, de verbeterde doorbloeding en opname van voedingsstoffen, en de positieve effecten op het immuunsysteem en het cardiorespiratoir systeem, verklaart dit de gezondheidsbevorderende effecten van duurtraining.

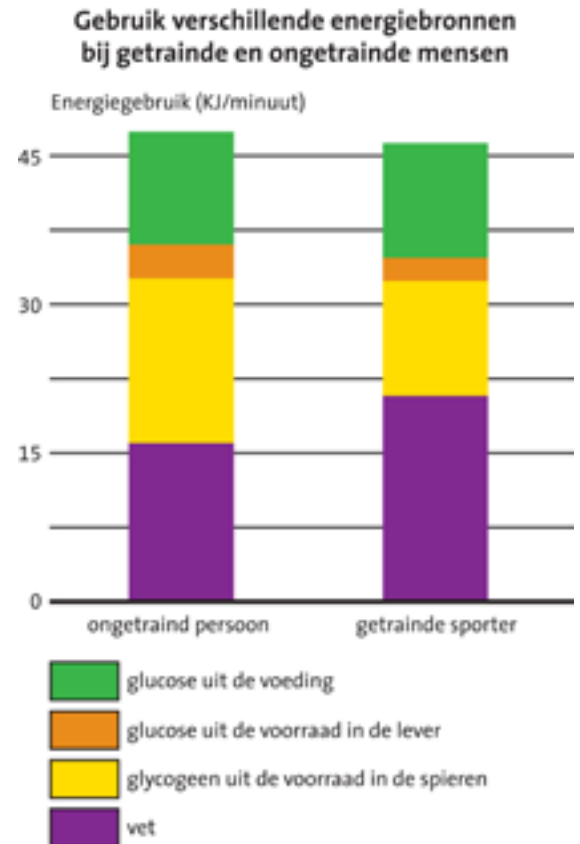
### Power!

Een beetje duurinspanning vergt al snel een half uur tot een uur, of nog langer. Een typische krachtingspanning duurt slechts zeer kort. Denk bijvoorbeeld aan het explosieve gewichtheffen of de 100 meter sprint die Usain Bolt in 2009 ruim onder de 10 seconden aflegde. Krachttraining is erop gericht om zo veel mogelijk kracht te genereren. Dat kun je uiteraard nooit lang volhouden.

De energie voor typische krachtsinspanningen moet zeer snel beschikbaar zijn en wordt vooral geleverd vanuit anaerobe processen, dus zonder gebruik van zuurstof. Omdat spiermassa een van de belangrijkste factoren is die spierkracht beïnvloeden, is het vergroten van de spiermassa een primair doel bij krachttraining. Daarnaast vinden ook aanpassingen plaats in de energiehuishouding van de spier, die leiden tot het verhogen van de anaerobe capaciteit.

Groei van spiermassa wordt aangeduid met de term hypertrofie. Sinds de jaren tachtig is bekend dat hypertrofie door krachttraining het meest in

**Getrainde sporters lopen op andere brandstoffen dan ongetrainde.**



de type II-spiervezels optreedt. Bij mensen is de toename in spiermassa volledig te verklaren uit hypertrofie van reeds bestaande spiervezels. Dieren kunnen in specifieke situaties ook het aantal spiervezels laten toenemen. In sommige onderzoeken is wel aangetoond dat het percentage type II-spiervezels bij mensen groter wordt als gevolg van krachttraining. Dit zou betekenen dat de reeds aanwezige spiervezels van samenstelling kunnen veranderen; een type I-vezel kan dus een type II-vezel worden en andersom.

De invloed van krachttraining op de spiermassa is duidelijk. Zoals bijna alle weefsels in het lichaam, worden spieren feitelijk continu afgebroken en opnieuw aangemaakt. Dit proces verloopt



# Het bewegingsapparaat

Ons skelet bevat rond de 200 botten en meer dan 600 zogenoemde 'skeletspieren'. De botten worden verbonden door deze skeletspieren, en rond de gewrichten ook door het gewrichtskapsel, kraakbeen, en de gewrichtsbanden. Het geheel van botten, skeletspieren, gewrichten, kapsels, kraakbeen en banden wordt aangeduid met de term bewegingsapparaat: een systeem dat het lichaam in staat

stelt te bewegen. Het bewegingsapparaat is ook 'ondersteuningsapparaat', 'stabiliteitsapparaat' en 'beschermingsapparaat' voor de vitale organen

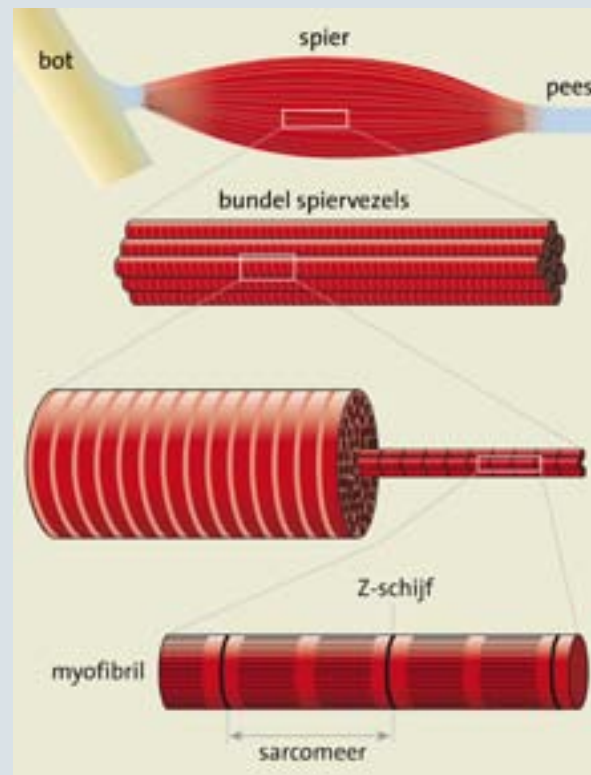
in de romp.

Het bewegingsapparaat kent een passief en een actief deel. Het passieve deel bestaat uit het skelet (inclusief

gewrichten en kraakbeen) en de bindweefselstructuren (banden en kapsels). Dit deel biedt steun en bescherming, de gewrichten maken het mogelijk om te bewegen. Het actieve deel wordt gevormd door de skeletspieren en veroorzaakt de daadwerkelijke beweging door gecoördineerde samentrekking van de spieren.

'Skeletspieren' zitten vast aan het skelet en stellen ons in staat om het skelet – en daarmee het lichaam – in beweging te brengen. De spieren bestaan uit spierbundels die op hun beurt weer zijn opgebouwd uit spiervezels. Bij volwassen mensen hebben de spiervezels een gemiddelde doorsnede van ongeveer 50 tot 100 micrometer, vergelijkbaar met een haar. De grootste spier in het lichaam (de bovenbeenspier, of *quadriceps femoris*) kan wel 1,5 miljoen spiervezels bevatten!

Er bestaan 2 typen spiervezels: type I-vezels zijn actief bij lage kracht. Naarmate je meer kracht



De opbouw van een spier in bundels, vezels en fibrillen.

levert schakel je ook steeds meer type II-vezels in. Type I-vezels zijn voor hun energiebehoefte aangewezen op 'aerobe' of 'oxidatieve' verbranding (gebruik makend van zuurstof) van koolhydraten en vetten. Type II-vezels verbruiken glucose 'anaeroob', dus zonder zuurstof. Spieren gebrui-

ken energie om samen te kunnen trekken. Daarbij schuiven kleine onderdelen van iedere spiervezel (de actine- en myosine-filamenten binnen een zogenoemde sarcomeer, zie de figuur hierboven) in elkaar. Hierdoor wordt de spier als geheel korter en wordt mechanische arbeid geleverd.



Met 9,58 sec. is Usain Bolt (bij het ter perse gaan van dit cahier) wereldrecordhouder op de 100 m.



zonder dat we het bewust in de gaten hebben. Het is van een aantal factoren afhankelijk. Na een maaltijd met eiwitten stijgt de aanmaak van spiereiwitten en neemt de afbraak ervan af. Dit proces keert om tijdens 'vasten', bijvoorbeeld 's nachts. Over 24 uur gemeten is de 'spiereiwitbalans' in principe in evenwicht.

Naast eten is fysieke activiteit een andere belangrijke stimulus voor de aanmaak van spiereiwit. Na inspanning – met name na krachtinspanning – stijgt weliswaar de afbraak van spiereiwit, maar die stijging wordt ruimschoots gecompenseerd door stijging in spiereiwitaanmaak. Recent onderzoek heeft bovendien aangetoond dat fysieke (kracht)

inspanning ervoor zorgt dat meer van het eiwit uit de voeding uiteindelijk terechtkomt in de spier. Krachttraining combineren met de juiste voeding is dan ook zeer belangrijk voor mensen die meer spiermassa willen kweken. Bij herhaalde krachttraining, bijvoorbeeld drie maal per week, zal de optelsom van de effecten van elke sessie uiteindelijk bepalen of er daadwerkelijk spierhypertrofie optreedt.

Naast de veranderingen in spiereiwitaanmaak en -afbraak is er een belangrijke rol weggelegd voor zogenaamde 'satellietcellen', de stamcellen van skeletspieren. Satellietcellen zorgen ervoor dat nieuwe celkernen aan een spiercel kunnen worden toegevoegd. Dit is belangrijk omdat sommige celkernen op den duur vervangen moeten worden. In het licht van spierhypertrofie zijn deze satellietcellen onmisbaar, omdat de spiercel maar tot een bepaalde omvang kan groeien zonder dat er nieuwe celkernen worden ingebouwd. De satellietcellen zorgen er dus voor dat de spiercel daadwerkelijk substantieel groter kan worden. Hypertrofie van de type II-spiervezels gaat gepaard met een toename van het aantal satellietcellen in deze vezels. Naar de rol van satellietcellen bij aanpassingen als gevolg van duurtraining moet nog meer onderzoek gedaan worden.

### Use it or lose it

De totale massa van de skeletspieren is bij een gezonde volwassene ongeveer de helft van het lichaamsgewicht. Het is dan ook niet verwonderlijk dat het spierstelsel naast zijn functie binnen het bewegingsapparaat ook een belangrijke rol speelt in de stofwisseling van de rest van het lichaam. Zo wordt bijvoorbeeld 80% van glucose die je tijdens een maaltijd opneemt opgeslagen in de skeletspieren. Toename in spiermassa gaat daarom gepaard met verschillende gezondheids-effecten. Zowel duurtraining als krachttraining hebben effecten op de rest van het lichaam. Beide



vormen van inspanning kun je inzetten bij het tegengaan van overgewicht, cardiovasculaire aandoeningen en diabetes.

Het nalaten van fysieke activiteit kan ook daadwerkelijk het omgekeerde effect teweeg brengen. Iemand die bijvoorbeeld lang op de intensive care ligt, verliest binnen twee weken tot 50% van zijn spiermassa! Dit heeft enorme consequenties voor het dagelijks functioneren. Ook minder extreme inactiviteit leidt tot ongewenste effecten, zoals een grotere kans op het ontstaan van overgewicht en diabetes. Inactiviteit is ook een belangrijke oorzaak van het verlies van spiermassa en spierkracht tijdens veroudering. Dit heeft allerlei negatieve gevolgen, zoals moeite met opstaan uit de stoel, verhoogd valrisico, en algehele achteruitgang van fysiek functioneren. Zelfs bij ouderen is gebleken dat (kracht)training positieve effecten heeft. Zowel spiermassa en –kracht, als fysiek functioneren gaan vooruit na slechts 12 weken krachttraining bij oudere mensen. Bovendien gaat dit gepaard met allerlei positieve gezondheidseffecten. Met recht kan je dus stellen dat voor het gehele bewegingsapparaat en zijn functies geldt: *use it or lose it!*

## Bewegende botten breken niet

■ DR. ASTRID BAKKER

■ PROF. DR. JENNEKE KLEIN-NULEND

Bot is geen dode hoop kalk! Het is een levend weefsel dat vol zit met levende cellen, bloedvaten en zenuwen (zie de figuur op pagina 36). Bot heeft een zeer belangrijke functie in het lichaam. Er wordt bloed aangemaakt in onze beenderen, en botten beschermen onze vitale organen. Een van de belangrijkste functies van bot is steun voor het lichaam en een aanhechtingsplaats voor spieren. Zonder bot kun je niet lopen, fietsen, rennen, dansen of springen.

## Gestaalde spieren, veel plezier

Bewegen zorgt voor behoud of zelfs groei van spiermassa. Die spiermassa is niet alleen essentieel voor normaal dagelijks functioneren. De spieren hebben ook een direct effect op de glucosetofwisseling, de vetuithouding en

opbouw en afbraak van bot. Regelmatige fysieke activiteit, zowel krachtinspanning als duurinspanning, leidt dan ook tot een verbeterd functioneren en een verminderd risico op chronische ziekten zoals diabetes of obesitas.

Omdat bot tijdens het bewegen aan grote mechanische krachten blootstaat, kan er materiaalmoetheid optreden, zoals ook gebeurt bij bruggen en gebouwen. Om breuken door materiaalmoetheid te voorkomen worden de botten in ons lichaam continu vernieuwd. Er is een evenwicht door de gecombineerde activiteit van botafbrekende cellen (osteoclasten) en botvormende cellen (osteoblasten). Op die manier wordt al het bot in een menselijk lichaam eens in de 30 jaar helemaal vervangen. Worden botten niet mechanisch belast, zoals tijdens een periode van bedrust – of nog extremer: gedurende een gewichtsloos verblijf in de ruimte – dan zal er meer bot worden afgebroken dan er wordt gevormd. Hierdoor neemt de hoeveelheid bot af en neemt de kans op botbreuken toe.

Bot dat niet wordt belast kan heel snel verloren gaan. Jonge mannen die bijvoorbeeld met lage rugpijn lange tijd aan bed zijn gekluisterd verliezen wekelijks 0,9% van het bot in hun wervelkolom, en maandelijks 3,2% van hun knieschijfbot en 1% van het bot in het scheenbeen. Daarom is het belangrijk om te zorgen voor een zo groot mogelijke botopbouw. Immers, wie meer bot heeft kan meer verliezen voordat het verlies een probleem vormt. Door al op jonge leeftijd voldoende te bewegen en te zorgen voor voldoende calcium en vitamine

#### VRAAG 1

Pijn is doorgaans een 'noodsignaal' van het lichaam. Maar is spierpijn daarmee ook schadelijk?

D (belangrijke factoren in de vorming van bot), worden de botten in de opbouwfase zo sterk mogelijk. Dit verkleint de kans op botbreuken op latere leeftijd, of tijdens een periode van ziekte of inactiviteit.

Botopbouw kun je stimuleren door middel van lichaamsbeweging, die leidt tot mechanische belasting. Hierdoor zullen de botten in massa en sterkte toenemen. Bewegen helpt dus om de botten langer sterk te houden. Bewegingen waarbij zwaartekracht een rol speelt, zoals wandelen en traplopen, zorgen voor meer botopbouw dan beweging waarbij dat minder het geval is, zoals fietsen of zwemmen. Om botverlies te voorkomen is elke vorm van lichaamsbeweging waarbij spieren worden gebruikt waarschijnlijk gunstig.

Ook al is het verlies van bot tijdens een lange periode van bedlegerigheid

biologisch gesproken misschien logisch – het lichaam wil immers zuinig omspringen met alle grondstoffen – het is natuurlijk wel ongewenst. Mechanisch belasten van bot is cruciaal om de botsterkte te behouden. Mechanische prikkels lijken dan ook een enorme potentie te hebben voor de preventie of misschien zelfs de behandeling van een kwaal als osteoporose (botontkalking). Het is evenwel nog te vroeg om deze kennis te gebruiken voor een echte preventieve maatregel waarmee je osteoporose kunt voorkomen. Daarvoor ontbreekt nog het nodige begrip over hoe deze mechanische prikkels werken en of zij op latere leeftijd nog net zo effectief zijn voor de stimulatie van botvorming als op jonge leeftijd.

#### Biologie van het botevenwicht

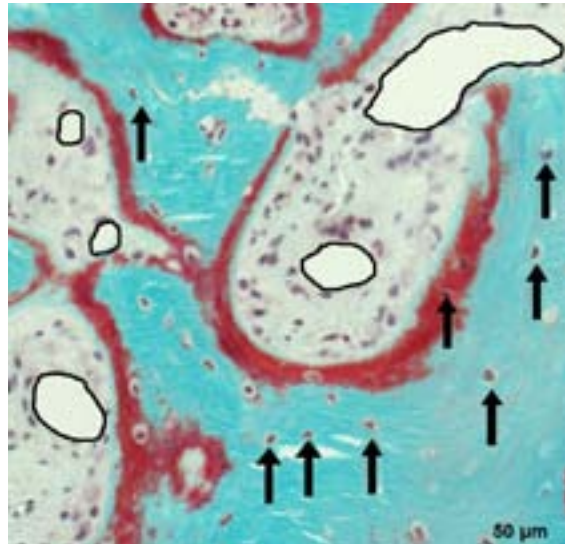
Om het probleem van ongewenst botverlies tegen te gaan zul je de biologie van botvorming en botaf-

Trainen heeft ook voor ouderen nog veel voordelen.

**Bewegen  
houdt je  
botten sterk**



Zeer sterke vergroting van een stukje menselijk bot in wording. Verkalkt (volwassen) bot is zichtbaar in groen, nieuw gevormd bot in rood. De bloedvaten zijn omcirkeld met een zwarte lijn. Alle paarse puntjes zijn levende cellen. Sommige cellen zijn helemaal omringd door botmateriaal (enkele hiervan zijn aangegeven met zwarte pijlen), dit zijn de osteocyten. Duidelijk zichtbaar is hoeveel cellen er in bot aanwezig zijn.



braak moeten begrijpen. Hoe ‘weet’ het bot bijvoorbeeld dat het niet wordt belast? Vooralsnog gaan onderzoekers ervan uit dat bot tijdens mechanische belasting minieme vervormingen ondergaat. Die vervormingen zijn zó klein dat het onwaarschijnlijk is dat zij direct door de osteoblasten en osteoclasten op het oppervlak worden opgemerkt. Maar verspreid binnen in het harde botmateriaal liggen ook nog heel veel osteocyten. Die cellen zijn onderling met elkaar verbonden door uitlopers. Daardoor wordt een groot netwerk gevormd, omgeven door een dunne laag stroperige vloeistof. Het resultaat is te vergelijken met een heel stijve, van vloeistof doordrenkte spons. Wanneer bot als gevolg van belasting een klein beetje vervormt, gaat deze vloeistof stromen. Deze vloeistofstroom wordt ‘gevoeld’ door osteocyten. Die osteocyten activeren vervolgens de osteoblasten om bot te maken en remmen de botafbraak door osteoclasten (zie de figuur hiernaast).

De laatste jaren is de wetenschap ook speciaal geïnteresseerd in het effect van spieren op bot. Het lijkt er namelijk op dat een grote spiermassa en spieractiviteit goed is voor het behoud van de

botmassa. Of dit werkelijk zo is en hoe dat dan werkt moet nog uit experimenten blijken, maar het gegeven dat sporten niet alleen de hoeveelheid bot doet toenemen, maar ook de spiermassa, lijkt dubbel gunstig voor de botten. Recent onderzoek aan mensen die lange tijd stil hadden gelegen op een afdeling intensive care laat bijvoorbeeld zien dat spieractiviteit een probaat middel kan zijn om de negatieve gevolgen van dat lange stilliggen te bestrijden. Bewegende spieren lijken stoffen vrij te maken (een bepaalde categorie van de zogenoemde interleukines) die andere, ‘botafbrekende signalen’ zoals ontstekingsfactoren, teniet doen. Toekomstig onderzoek moet uitwijzen of deze effecten niet alleen bij IC-patiënten te meten zijn, maar ook bij mensen die in het dagelijks leven wel wat meer botopbouw kunnen gebruiken.

## Hart en bloedvaten

■ DR. JOS DE KONING

Om te weten wat beweging doet met hart en bloedvaten is het nodig te begrijpen hoe dat hart en die bloedvaten, en ook de longen, in grote lijnen werken. Alles begint bij de behoefte aan brandstof en zuurstof voor beweging. Bloed – en daarmee brandstof en zuurstof – komt bij de spieren via hart en longen, met daaraan vast een netwerk van bloedvaten. In het bloed zitten rode bloedlichaampjes die zuurstof van de longen naar de spieren vervoeren en het ‘afvalgas’ koolstofdioxide weer afvoeren naar de longen om uitgeademd te worden.

De energie voor spierarbeid komt uit de stof ATP (adenosinetriphosfaat), dat wordt gevormd in de energiefabriekjes van de cellen: de mitochondria (zie kader op pagina 42). Om ATP te maken hebben die mitochondria glucose of vrije vetzuren en zuurstof nodig, en moet het geproduceerde koolstofdioxide worden afgevoerd. Het zenuwstel-

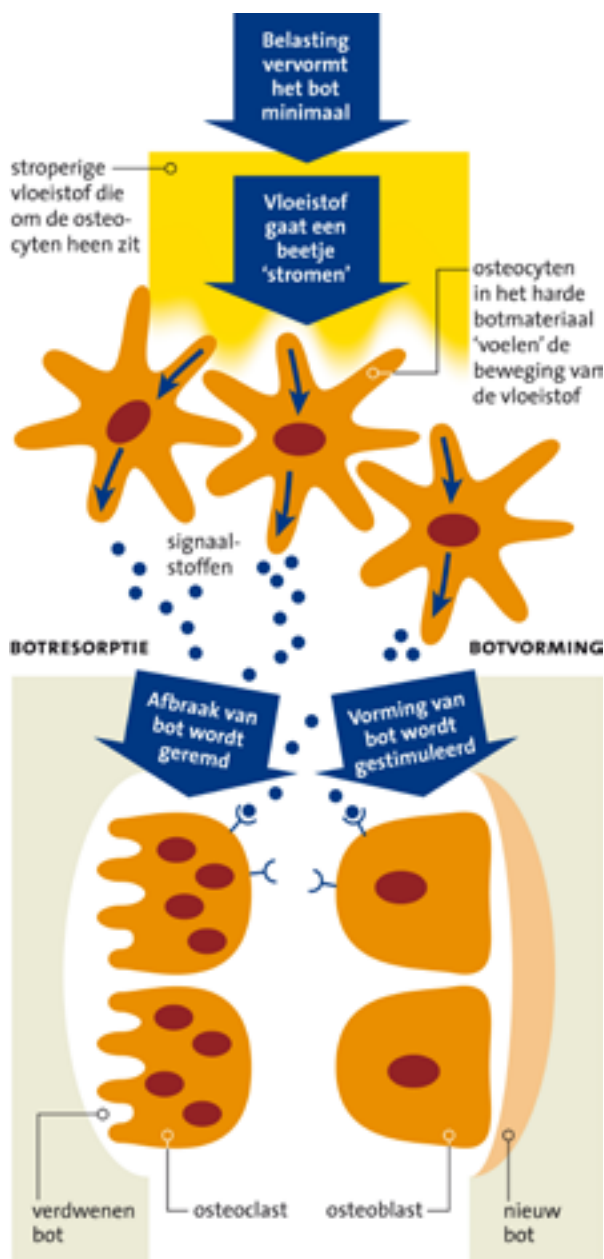
### VRAAG 2

Bewegen is extra gunstig voor de botten als je dat buiten doet. Waarom?

## Beweging zorgt voor bot

Lichaamsbeweging zorgt – uiteraard in combinatie met voldoende calcium en vitamine D – voor opbouw van botmassa gedurende de groei. Op

die manier is lichaamsbeweging een belangrijk wapen in de strijd tegen het ontstaan van botbreuken op latere leeftijd.



Belasting of ontlasting van het bot zet gespecialiseerde cellen aan tot aanmaak of afbraak van weefsel.

sel geeft niet alleen commando's aan de spieren om te bewegen, het geeft ook commando's die leiden tot aanpassing van activiteit van het ademhalingscentrum en het hart. Hierdoor komt direct bij het begin van een beweging het transportsysteem al op stoom. Een exacte afstemming tussen de benodigde hoeveelheid zuurstof en de afvoer van koolstofdioxide is er dan nog niet. Die afstemming wordt voornamelijk geregeld via de concentratie koolstofdioxide in het bloed, dat van de spieren terugvloeit naar het hart (het veneuze bloed). Meer CO<sub>2</sub> in het bloed zorgt voor een grotere ventilatie door de longen.

Onder invloed van inspanning gaat de hartfrequentie omhoog. Ook de hoeveelheid bloed die het hart per slag uitpomp (het slagvolume) neemt toe. De hartfrequentie maal het slagvolume geeft het hartminuutvolume: de hoeveelheid bloed die het hart per minuut rondpompt. In rust is dat ongeveer 4 tot 5 liter. Bij zware inspanning kan het bij zeer goed getrainde atleten oplopen tot 40 liter. Mensen met bewegingsarmoede halen amper de helft van die hoeveelheid. Toch is die 20 liter bij ongetrainde personen nog steeds een grote prestatie van het hart. Vergelijk het maar eens met een kraan die wijd open staat; daar komt ongeveer 7 liter water per minuut uit. Een ongetraind hart kan dus het volume van drie kranen verstouwen. De zes kranen van een getrainde atleet op volle capaciteit komen overeen met een aardige brandkraan!





**Een hart op vol vermogen heeft evenveel capaciteit als een brandkraan.**

In rust gaat 20% van het bloed naar de spieren en 80% naar de organen. Bij inspanning neemt niet alleen het hartminuutvolume toe maar verandert ook de verdeling. De inwendige organen hebben immers niet meer bloed nodig, de spieren wel. De slagaders en –adertjes naar de spieren verwijden zich en de slagaders naar de inwendige organen worden een beetje dichtgeknepen. Bij inspanning gaat dan ook meer dan 80% van het bloed naar de spieren. Die krijgen extra zuurstof en produceren extra koolstofdioxide dat via het bloed naar de longen en uiteindelijk naar de buitenlucht wordt afgevoerd. De ventilatie door de longen neemt ook toe. Hun ademminuutvolume (de hoeveelheid lucht die per minuut wordt ingeademd) is ook weer keurig afgestemd op de benodigde uitwisseling van  $O_2$  en  $CO_2$ .

### **Getrainde hartspier**

Trek een (te) flinke sprint om de trein te halen en een bonzend hart en gierende longen vertellen je: er zitten beperkingen aan hart en longen. De

maximale capaciteit wordt voor een deel bepaald door de erfelijke aanleg, maar gelukkig kun je daar met training ook wel het nodige aan veranderen. Training leidt niet alleen tot veranderingen in de spieren, het leidt ook tot veranderingen in hart, vaten en longen. De marges van het hart zitten vooral in het slagvolume. Het verschil in maximale hartfrequentie tussen getrainde en niet getrainde personen is beperkt. Een getraind hart is wel groter en pompt per slag ook een groter percentage van zijn inhoud de aorta in.

Voor het pompen heeft het hart zelf ook zuurstof en brandstof nodig. Bij een hartminuutvolume van 25 liter verbruikt het hart zelf ongeveer 60 Watt aan energie, vergelijkbaar met de pomp van een gemiddelde centrale verwarmingsketel! De zuurstof voor deze actie krijgt het hart via de kransslagaders. Bij een hartminuutvolume van 25 liter is dat ongeveer 1 liter bloed per minuut. In rust gebruikt de hartspier ongeveer 0.2 liter bloed per minuut. Wanneer de kransslagaders dichtslibben krijgt de hartspier niet voldoende zuurstof om op volle capaciteit te draaien. Bij zeer ernstige vormen van kransslagadervernauwing kan zelfs een deel van het hart afsterven door zuurstofgebrek: een hartinfarct.

### **Aanwijzingen out of Africa**

Al in de jaren vijftig van de vorige eeuw werd duidelijk dat voldoende lichamelijke beweging hart en vaten ten goede komt. Een beroemd onderzoek is in het vorige hoofdstuk beschreven: een vergelijking tussen stilzittende buschauffeurs en rondlopende conducteurs in de dubbeldekkers van Londen. De continu bewegende conducteurs bleken veel minder last van hart- en vaatziekten te hebben dan hun zittende collega's. Zestig jaar terug was deze observatie een ware 'eye opener'. De grote vraag is nu welke hoeveelheid beweging voldoende is en of we met meer beweging ongezonde lichamelijke situaties weer gezond kunnen maken.



Om te weten hoeveel beweging voldoende is zou je eigenlijk moeten kijken naar de hoeveelheid die 'past' bij ons lichaam. In de huidige geïndustrialiseerde wereld wordt beduidend minder bewogen dan in het verleden gewoon voor de mens moet zijn geweest. Ons genenpakket verschilt niet wezenlijk van die van de jagers en verzamelaars die ongeveer 10.000 jaar geleden leefden. Een schatting van de hoeveelheid lichamelijke beweging die deze verre voorouders hadden kun je afleiden uit een recente publicatie over traditioneel levende volken in Zuid-Amerika en Afrika. Bijvoorbeeld de leden van de Bantustam die op het platteland leven verbruiken per dag ongeveer tweemaal zoveel energie als hun stamgenoten die in steden wonen. Op basis van dergelijk onderzoek

## Bewegen helpt hart en bloedvaten

Hart en bloedvaten zijn zeer gevoelig voor de hoeveelheid beweging die wij uitvoeren. Ze zijn in staat om acute aanpassingen te doen om spieren en organen van voldoende zuurstof

en brandstof te voorzien. Hart en vaten zijn zeer gevoelig voor training. Meer bewegen kan hart- en vaatziekten voorkomen en in veel gevallen helpen bij genezing.

mag je aannemen dat de jagers en verzamelaars aanzienlijk meer bewogen dan de huidige gemiddelde Europeaan.

We weten niet veel over de gezondheid van onze voorouders, maar het is duidelijk dat de huidige mens veel minder beweegt dan past bij zijn natuurlijke oorsprong. De aanbevelingen voor minimale inspanning komt overeen met ongeveer 3,5 km wandelen per dag. Traditioneel levende Masai in Afrika leggen afstanden af tot wel 20 km per dag. Je kunt je dus afvragen of de hoeveelheid beweging van deze richtlijn wel genoeg is om het cardiovasculaire systeem gezond te houden.

Onvoldoende bewegen kan leiden tot 'ont-training' van het lichaam, die in combinatie met het westerse dieet kan resulteren in het dichtslibben van de bloedvaten, de zogenoemde arteriosclerose. Dat heeft tot gevolg dat zuurstof en brandstof slechter op de plaats van bestemming (de spieren) komen. Bij inspanning krijgen die spieren zuurstoftekort en kunnen ze hun werk niet naar behoren uitvoeren. Als de hartspier zelf te weinig zuurstof krijgt via de kransslagaders, is het probleem zelfs groter. Dan neemt het slagvolume van het hart dramatisch af en wordt er minder bloed rondgepompt. Het gevolg is zuurstofgebrek in het hele lichaam en een grote afname van de inspanningscapaciteit.

Lopende conducteurs en zittende chauffeurs op Engelse dubbeldekkers zijn exemplarisch geworden voor het belang van bewegen.



**Je hart klopt langer als je beweegt**

## Bewegen als medicijn voor hartkwalen

Traditionele behandelingen van dichtslibbende kransslagaders zijn ‘dotteren’, het plaatsen van ‘stents’ of ‘by-passoperaties’ aan de kransslagaders, gevolgd door een heel arsenaal aan medicamenten. Statistisch gezien hebben mensen die veel bewegen een veel kleinere kans op arteriosclerose. Bovendien is beweging ook een medicijn: meer bewegen kan deze patiënten helpen. Recent onderzoek heeft laten zien dat beweegprogramma's zelfs een betere uitkomst geven dan het plaatsen van ‘stents’ in de kransslagaders en dat training vaak een groter effect heeft op de inspanningscapaciteit en welbevinden dan de meeste medicijnen.

De mechanismen die verantwoordelijk zijn voor het positieve effect van bewegen zijn divers en duizelingwekkend complex. De sleutel tot de positieve effecten lijkt te liggen bij de processen die plaatsvinden aan de binnenkant van de bloedvaten. Inspanning leidt tot een toename van de hoeveelheid bloed die door de vaten stroomt, en daarmee tot vervorming van de wand van de vaten. Bepaalde cellen in de wand reageren op deze vervormingen en gaan stoffen produceren die via ingewikkelde biochemische wegen uiteindelijk leiden tot onder andere de aanmaak van nieuwe bloedvaten en vaatjes: de zogenoemde angiogenese en arteriogenese. Bij angiogenese worden nieuwe netwerkjes van haarvaten gevormd, bij arteriogenese ontstaan parallelle routes met vaten die zo groot kunnen worden dat ze het verlies van functie door dichtgeslibde arteriën kunnen compenseren, ook in de hartspier! Op deze manier kan matige inspanning dus de door arteriosclerose aangedane bloedvaten grotendeels herstellen. Intense inspanning kan zelfs voor ‘revascularisatie’ van de hartspier zorgen. Het spreekt voor zich dat intensieve training voor hartpatiënten alleen gedaan kan worden onder het toezicht van gekwalificeerde mensen.

## VRAAG 2

Als het hart in feite een grote spier is, kun je daar dan ook kramp in krijgen?

## Flexibel lopen op verschillende brandstoffen

■ PROF. DR. MATTHIJS HESSELINK

■ PROF. DR. PATRICK SCHRAUWEN

Om te kunnen bewegen haalt de mens energie uit de voeding. In de stofwisseling – ook wel metabolisme genoemd – wordt die voeding uiteindelijk verwerkt tot adenosinetrifosfaat (ATP) (zie hoofdstuk 1). Die energierijke verbinding is de universele energiebron voor alle levende cellen van het menselijk lichaam.

Van alle energie die een gemiddelde Nederlander gebruikt is ongeveer 10% (afhankelijk van de soort voedsel) nodig om voedsel te verwerken. Het grootste gedeelte, 50 tot 70 % is nodig voor het dagelijks onderhoud van je lichaam: het basaal metabolisme. Een groot lijf gebruikt meer energie dan een klein lichaam. Daar kun je niet veel aan veranderen. Ook de hoeveelheid energie die je gebruikt voor opname en vertering van je voedsel is maar beperkt te beïnvloeden. Het deel van het energiegebruik dat je het eenvoudigst kunt manipuleren is de lichamelijke inspanning.

## Gemengde brandstof

Om te weten hoe spieren met energie omgaan moet je weten hoe die energie wordt opgeslagen en ‘bewerkt’. De bewerking gebeurt in de mitochondria (zie kader op pagina 42), waar een cel ATP maakt uit verschillende grondstoffen. Die grondstoffen kunnen bestaan uit vetdruppels of glycogeenkorrels (een verwerkte vorm van glucose en andere koolhydraten). Welke grondstof wordt gebruikt, dat maakt een spier of de mitochondria in principe niet uit. Als er voldoende zuurstof is en er zijn vetzuren dan wordt in de mitochondria ATP gevormd uit vetzuren, is er voldoende glucose beschikbaar dan wordt datzelfde ATP net zo makkelijk uit glucose gemaakt.



**Een getrainde klimmer als Lance Armstrong 'loopt op vet'.**

Meestal gedraagt een spier zich als een echte hybride: hij loopt op een mengsel van verschillende brandstoffen.

De verhouding waarin glucose en vetzuren bijdragen aan de totale energieleverantie is afhankelijk van het aanbod, maar ook van de inspanningsintensiteit en van de mate van training van de betreffende spier. In rust of tijdens inspanning op een lage intensiteit gebruiken de spieren vrijwel uitsluitend vetzuren. Tijdens inspanning op (bijna) maximale intensiteit gebruikt de actieve spier vrijwel uitsluitend glucose als energiebron.

Goed getrainde mensen kunnen bij een hogere inspanning nog steeds veel energie uit vetzuren halen. Neem bijvoorbeeld de wielrenner Lance Armstrong. Als die met de schrijvers van dit stukje dezelfde berg op fietst, ieder voor zich op maximale snelheid, dan zullen allen vrijwel 100% van de benodigde energie halen uit glucose. Lance fietst dan, zeg 36 km/u, en wij hooguit 20 km/u. Fiet-

sen we naast elkaar met 20 km/u de berg op, dan draaien wij op glucose en Lance op vetzuren.

### **De tank**

De opslagcapaciteit van glucose in het lichaam is beperkt. Het wordt opgenomen uit koolhydraatrijke maaltijden en wordt opgeslagen als een keten van meerdere glucosemoleculen aan elkaar: glycogeen. Glycogeen wordt opgeslagen in de lever en in mindere mate ook in spieren. Het voordeel van opslag in de lever is dat die het glycogeen weer kan splitsen in glucose, dat vervolgens via het bloed naar de plekken kan worden gebracht waar het op dat moment nodig is. In totaal kan het lichaam slechts 700 tot 800 gram glycogeen opslaan.

Ook de bulk van de vetzuren komt het lichaam binnen via de voeding. Ze worden in ons lichaam opgeslagen in vetweefsel en in vetdruppeltjes in verschillende organen, in de gezonde situatie vooral in de spieren. De lever kan glucose ook omzetten in vetzuren, die vervolgens ook in het vetweefsel of in organen worden opgeslagen.

### **Bloed en brein zijn kieskeurig**

Waar bijna alle cellen hun energie uit vet of glucose kunnen halen, zijn rode bloedlichaampjes en zenuwcellen, zoals die in de hersenen, kieskeurig. Die draaien uitsluitend op glucose. Vanwege de vitale rol van het centrale zenuwstelsel en de hersenen voor ons functioneren is het essentieel dat er voldoende glucose beschikbaar blijft in het bloed. Wanneer de hoeveelheid glucose in het bloed te ver daalt (hypoglycemie) ga je bijvoorbeeld wazig zien en vermindert je denkvermogen.

De hoeveelheid glucose in het bloed wordt onder andere beïnvloed door het hormoon insuline uit de alvleesklier. Insuline stimuleert de opname van bloedglucose in onder andere de skeletspieren, waar het als energiebron aan de mitochondria wordt aangeboden om de ATP-niveaus op peil te houden. Daardoor komt (of blijft) er niet te veel

glucose in omloop. Wanneer er lange tijd te veel glucose in het bloed circuleert (hyperglycemie) gaat een deel van de glucosemoleculen zich binden aan andere eiwitten. Die eiwitten werken dan niet meer naar behoren, wat kan leiden tot zogenoemde glucotoxiciteit. Een gezond lichaam zal er [dus] altijd naar streven om langdurige perioden van zowel hyperglycemie als hypoglycemie te voorkomen.

Insuline remt ook de afbraak van leverglycogeen, zodat er niet langer glucose vanuit de lever aan het bloed wordt afgegeven wanneer er ook al glucose vanuit de voeding in het bloed komt. Als je langdurig niet eet en dus in een zogenoemde 'gevaste toestand' komt, dan daalt de insulinespiegel, en stijgt die van het hormoon glucagon. Glucagon haalt de rem van de afbraak van leverglycogeen en stimuleert de glucoseafgifte uit de lever om de hersenen te kunnen laten draaien. De andere organen, waaronder de spieren, moeten het in de gevaste toestand hoofdzakelijk met vet-

zuren doen. Je zou dus kunnen zeggen dat de hersenen wat egoïstisch zijn als het aankomt op het verdelen van de beschikbare energie, maar met reden. Immers: als je hersenen niet voldoende energie krijgen houdt alles op. Insuline remt ook het vrijmaken van vetzuren uit het vetweefsel. In gevaste toestand valt ook die rem weg en worden er vanuit het vetweefsel weer meer vetzuren afgegeven aan het bloed.

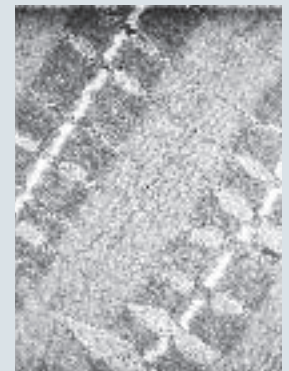
Een gezond lichaam streeft er dus naar om sterke en langdurige fluctuaties van zowel glucose- als vetzuurspiegels te voorkomen. Daarvoor is een nauwkeurig samenspel nodig tussen spieren, lever en het vetweefsel. Al die weefsels (de spieren, de lever en het vetweefsel) moeten goed reageren op insuline. Anders gezegd: hun insulinegevoeligheid is belangrijk. Daarnaast is ook het vermogen van de spieren om tussen de verschillende grondstoffen (vetzuren en glucose) als energiebron te kunnen wisselen essentieel. Samen met de mogelijkheid van de mitochondria

## Mitochondria: energie uit inwonende bacteriën

De energie voor beweging wordt in zijn meest elementaire vorm geleverd door kleine, rimpelige orgaantjes in onze cellen: mitochondria. Als je die mitochondria onder de microscoop bekijkt lijken ze wel een beetje op bacteriën. Ze hebben zelfs hun eigen DNA, los van het genetisch materiaal dat ook in de celkern van onze lichaamscellen zit. Die overeenkomst was ook

de Amerikaanse biologe Lynn Margulis opgevallen. Zij schreef in 1970 een baanbrekend boek: *On the origin of eukaryotic cells*. Daarin beschrijft zij als eerste dat mitochondria van oorsprong zelfstandig levende bacteriën waren, die op een gegeven moment in de evolutie permanent zijn gaan samenleven met 'prokaryote cellen', die nog geen eigen celkern

of mitochondria hadden. Het is een essentiële bijdrage gebleken aan het begrip van de celbiologie; eentje die met recht een Nobelprijs waard was. Helaas overleed Margulis in 2011. Het Nobelcomité heeft als principe dat ze alleen prijzen uitkeert aan levende wetenschappers. Veel biologen zien dit dan ook als een jammerlijk gemiste kans.



Elektronenmicroscopische opname van een spiervezel, met daarin duidelijk zichtbaar (als 'klonten') de mitochondria.



Met duurtraining kweek je 'hybride' spieren.



Gebrek aan glucose vermindert het denkvermogen. Was dat wellicht de reden dat schaatser Hilbert van der Duim in een legendarische 5.000 meter op het WK in 1981 het laatste rondje vergat? <http://tinyurl.com/dhoces>



om te kunnen wisselen van energiebron op basis van beschikbaarheid en vraag staat dit bekend als de metabole flexibiliteit.

### **Getrainde spieren zijn flexibeler**

Al met al zijn de energiefabriekjes in een spiercel niet zo kieskeurig. De mitochondria hebben verschillende manieren om aan hun grondstof voor ATP te komen. Toch zitten er wel verschillen tussen de ene cel en de andere, anders gezegd tussen een flexibel mitochondrion en een minder flexibel exemplaar. Spieren met mitochondria met een hoge metabole flexibiliteit maken het mogelijk om de keuze van de 'grondstof' optimaal af te stemmen op de energievraag. Door regelmatige duurtraining kun je de metabole flexibiliteit van mitochondria opvoeren. Hierdoor worden de beschikbare substraten optimaal gebruikt. Het hogere doel: zo lang mogelijk voldoende glucose ter beschikking houden voor de 'egoïstische' hersenen.

Vanuit gezondheidsperspectief heeft een goede metabole flexibiliteit nog een ander belangrijk voordeel. Als mitochondria goed kunnen wisselen tussen glucose of vetzuren als energiebron dan kunnen ze daarmee bijdragen aan het voorkomen van extreme schommelingen in glucose en vetzuurspiegels in het bloed. Spieren met flexibele mitochondria dragen dus bij aan het voorkomen van hyperglycemie, een van de problemen waarmee patiënten met type II-diabetes te kampen hebben. Bovendien draagt een goede metabole flexibiliteit bij aan het reduceren van circulerende vetten in het bloed en daarmee aan het voorkomen van aderverkalking.

### **Minder eten en vooral meer bewegen**

Bij het bestrijden van overgewicht, of de overtreffende trap: obesitas, draait het doorgaans om het meest in het oog springende probleem: de lichaamsomvang. En het moet gezegd: iemand die



in staat is om succesvol gewichtverlies te bereiken, en vervolgens dat nieuwe lagere lichaamsgewicht ook weet te behouden, heeft minder kans op kwalen dan toen hij of zij nog te zwaar was.

Obese mensen hebben nog een ander, onzichtbaar probleem: een afgenomen metabole flexibiliteit. Sterker nog, nog voordat zij duidelijk merkbare problemen krijgen met hun overgewicht, hebben ze al een lagere metabole flexibiliteit. Die lage flexibiliteit lijkt dan ook een van de oorzaken van de andere problemen die met obesitas samenhangen, zoals diabetes of hart- en vaatproblemen. Het blijkt ook zo te zijn dat de symptomen van mensen met obesitas of type II-diabetes afnemen wanneer zij onder invloed van een bewegingsprogramma hun metabole flexibiliteit weten te verbeteren, zelfs zonder dat zij ook maar één kilo vet verliezen.

Vergroting van de metabole flexibiliteit bereik je niet door alleen maar af te vallen. Programma's waarbij een dieet wordt gecombineerd met regelmatige beweging blijken wél een verbeterde, metabole flexibiliteit te geven. Gewichtsverlies bij mensen met obesitas is dus een mooi doel, maar dan liefst wel in combinatie met frequente lichamelijke inspanning.

### **Pil in plaats van sport**

De eerste sporen van menselijke bewoning binnen onze landsgrenzen dateren van ongeveer 250.000 jaar geleden en zijn te vinden in de groeve Belvédère in Maastricht. In die tijd moesten we als mens nog echt op jacht naar voedsel. Tegenwoordig zit op deze plek een binnenhaventje met leuke restaurantjes waar je zonder enige inspanning heerlijk en overvloedig kunt eten. In de afgelopen 250.000 jaar is er dus veel veranderd in de manier waarop de mens aan zijn voedsel komt. Aan de mens en met name aan zijn erfelijk materiaal is in dezelfde tijdspanne maar betrekkelijk weinig veranderd. De mens moest lange perioden kunnen doorstaan

**Obese mensen zouden vooral moeten bewegen om te bewegen, niet per se om af te vallen.**

**Verbrand  
je vet:  
beweeg!**



waarin er geen of maar een beperkte hoeveelheid voedsel aanwezig was, en hij moest goed kunnen jagen om voedsel te krijgen. De mens was een langzame jager met duurvermogen.

### **Getrainde spieren helpen tegen diabetes en aderverkalking**

Zowel een langdurige jacht als een beperkte voedselinname vragen om het gebruik van een energiebron waar we relatief veel van hebben, zoals opgeslagen vet. Om de energie die in vet zit goed te kunnen gebruiken zijn veel mitochondria nodig die goed overweg kunnen met vet als substraat. De genen

die coderen voor eiwitten die er vervolgens voor zorgen dat we veel van dit soort mitochondria krijgen zijn nog steeds vrijwel ongewijzigd aanwezig in het menselijk genoom. Een van die eiwitten is PGC1 $\alpha$ . De aanmaak van PGC1 $\alpha$  kun je stimuleren door lichamelijke inspanning én door een lage calorische voedselinname; manieren dus die 250.000 jaar geleden met enige regelmaat moesten worden geactiveerd om in leven te blijven.

Nu hongergevoel en zware inspanning geen dagelijks gegeven meer zijn en ook zeker niet meer door iedereen worden gewaardeerd, zoeken wetenschappers over de hele wereld naar een pil die het effect van inspanning en weinig eten kan nabootsen. Een stof die potentieel in zo'n pil terecht zou kunnen komen is resveratrol, een stof die vooral in de schil van druiven voorkomt, en daarmee (in lage concentraties) in rode wijn. Proefdieronderzoek en recent ook onderzoek met mensen laat zien dat een pil waar je het resveratrol-equivalent van 10 liter rode wijn in stopt effecten kan bewerkstelligen die lijken op die van duurinspanning of een laag calorisch dieet. Het is intrigerend om te zien dat deze effecten min of meer langs dezelfde routes lopen als 250.000 jaar geleden.

Zo'n toekomstige pil lijkt goed nieuws voor de Bourgondisch levende stilzitters onder ons, en vooral voor zijn of haar mitochondria die vervolgens beter op vetzuur kunnen draaien. Maar dit betekent niet dat een pilletje kan dienen ter vervanging van lichamelijke activiteit als middel om het ziekterisico te beperken. Op verschillende plekken in dit cahier wordt uitgelegd dat er tijdens lichamelijke inspanning nog talloze (deels onbegrepen) processen plaatsvinden die meetbaar positieve effecten hebben op hersenfunctie, hartfunctie, op de bloedvaten, op het spier- en skeletstelsel en wat al niet meer. Een pil die alle effecten van lichamelijke inspanning nabootst lijkt dus ver achter de horizon te liggen. Dat is misschien maar goed ook.

## Bewegen beperkt vet

Voldoende beweging zorgt voor spieren die langer op vet kunnen lopen. Door het verlagen van de hoeveelheid vet 'in

de tank' en in de bloedbaan, draagt beweging bij aan het reduceren van de risico's op hart- en vaatziekten.

## Getrainde afweer

■ DR. RICHARD JASPERS

■ PROF. DR. GEORG KRAAL

Langdurige zware inspanning is niet goed voor je weerstand. Dat is eigenlijk al sinds het begin van de vorige eeuw bekend. Uit een onderzoek onder marathonlopers in Boston, in 1902, bleek dat zij na de finish duidelijk meer circulerende witte bloedlichaampjes in hun bloed hadden dan voor de start. De toename was vergelijkbaar met het bloedbeeld dat hoort bij bepaalde ziekten. Verder is ook al lang bekend dat overtraining bij topsporters gepaard gaat met een grotere gevoeligheid voor luchtweginfecties of een verkoudheid.

Net als te veel bewegen is heel weinig bewegen ook niet bevorderlijk voor je weerstand. In tegenstelling tot een marathonloper, hoeft een astronaut tijdens zijn langdurige verblijf in het internationale ruimtestation ISS nauwelijks enige inspanning te leveren omdat er geen zwaartekracht is. Van astronauten is bekend dat hun immuunsysteem bij terugkomst op aarde is verzwakt en dat ze vatbaarder zijn voor virale infecties. Het is een van de redenen dat ruimtevaarders een intensief trainingsschema krijgen, om toch aan een minimale portie beweging te komen.

Je zou kunnen veronderstellen dat het immuunsysteem van de marathonlopers en de astronauten wordt beïnvloed door stress, of door hun afwijkende voeding. Maar er zijn ook goede aanwijzingen die laten zien dat de fysieke inspan-

ning zélf de status van het immuunsysteem beïnvloedt.

### Een samenvatting van het immuunsysteem

Het lichaam beschikt over een groot aantal manieren om zich te verdedigen tegen infecties van bacteriën en virussen. Fysieke barrières zoals de huid en slijmvliezen zijn niet specifiek, maar wel een belangrijke eerste drempel. Daarna moet snel en adequaat worden opgetreden tegen micro-organismen die toch door deze barrières heendringen. De verschillende typen witte bloedcellen (leukocyten) vormen de basis van het immuunsysteem.

Het eerste antwoord van het lichaam op het binnendringen van een micro-organisme is een acute ontstekingsreactie die enkele uren tot dagen duurt. Een ontsteking uit zich door het beruchte kwartet *dolor, rubor, calor, tumor*: pijn, roodheid, warmte en zwelling. Het zijn stuk voor stuk uitingen van 'crisisinterventie' door het lichaam (die overigens

niet altijd door een infectie hoeft te worden veroorzaakt). Slaagt het lichaam er niet in om met hulp van de ontstekingsreactie de groei van een schadelijke ziekteverwekker tegen te gaan, dan ontwikkelt zich een chronische ontsteking, die enkele weken of langer kan duren.

Bij een infectie met micro-organismen zullen eerst cellen van het aangeboren (innate) immuunsysteem proberen de schade te beperken. Dit kan relatief snel gebeuren, doordat deze cellen beschikken over eiwitten op hun oppervlak, de zogenoemde receptoren, die in staat zijn algemene kenmerken op micro-organismen te herkennen. Op die manier kunnen klassen van micro-organismen worden herkend en vernietigd. Het innate immuunsysteem wordt daarbij geholpen door bepaalde producten in het bloed. Zo zijn er specifieke stoffen uit het 'complementsysteem' die aan micro-organismen kunnen binden. Deze binding kan direct leiden tot de dood van het micro-orga-

Een astronaut heeft te maken met onderbelasting van zijn spieren.



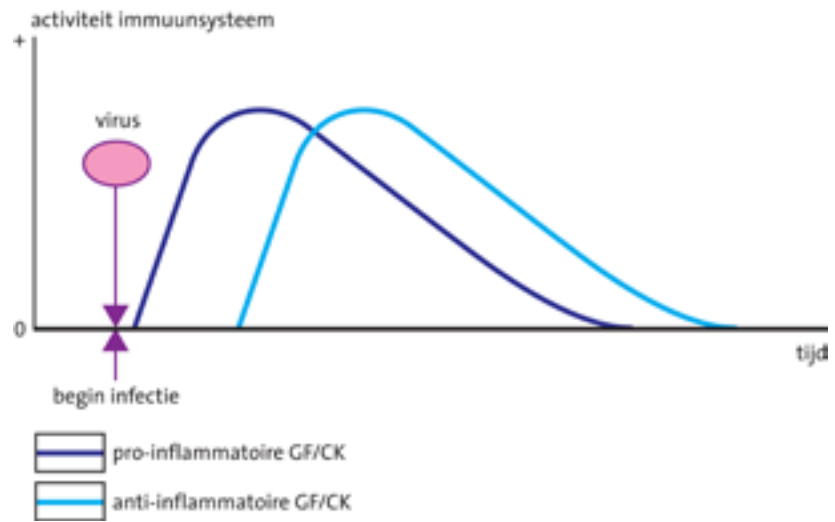
nisme, of de indringers worden beter herkenbaar voor bijvoorbeeld macrofagen. Dat zijn cellen die indringers letterlijk 'opeten', of fagocyteren in jargon.

Bij contact met een bacterie produceert zo'n macrofaag een groot aantal producten die een ontsteking in gang zetten. Op die manier worden snel meer ontstekingscellen aangetrokken naar de plek waar bacteriën zijn binnengedrongen. De belangrijkste producten van de macrofaag zijn cytokinen (signaalstoffen die omringende cellen activeren) en chemokinen (die zorgen voor het aantrekken van andere ontstekingscellen).

Naast de innate afweer beschikt het lichaam ook over een adaptief immuunsysteem. Dat is een krachtig en uitgebreid systeem van cellen en producten die het innate systeem te hulp schieten wanneer de infectie aanhoudt. Dat adaptieve systeem heeft wat langer nodig om op gang te komen, maar dan krijg je ook wat: een afweer met grote specificiteit. Waar het innate immuunsysteem alleen bepaalde klassen van micro-organismen kan herkennen, kan het adaptieve immuunsysteem soorten en zelfs eiwitsequenties van indringers herkennen. De belangrijkste cellen in het adaptieve immuunsysteem zijn de zogeheten T- en B-lymfocyten. Zij bezitten receptoren die als sleutels passen op een immens scala aan herkenningspunten op de indringers. Wanneer T- en B-lymfocyten actief worden, worden ook geheugencellen gevormd die langdurige, soms zelfs levenslange bescherming bieden tegen een eenmaal doorstane infectie. Ook hierbij spelen de eerder genoemde cytokinen en chemokinen een belangrijke rol.

### Goede verdediging stopt op tijd

Een belangrijk eigenschap van een goede afweerreactie is dat deze ook tijdig stopt. Anders zou er schade kunnen ontstaan aan normale, gezonde weefsels. Bij een bacteriële infectie leidt het doden



en verwijderen van de bacteriën tot een langzaam uitdoven van de ontsteking. Dit is geen passief proces, maar het wordt gereguleerd door de productie van factoren waardoor andere ontstekingscellen aangetrokken worden die veelal een herstellende functie hebben. Op die manier wordt een ontsteking dus actief geremd. Je kunt dus spreken van een pro-inflammatoire reactie bij het begin van een ontsteking en een anti-inflammatoire, ontstekingsremmende invloed tijdens het verloop van het proces. Er zijn verschillende pro-inflammatoire cytokinen en groeifactoren betrokken bij het begin van een ontsteking en juist weer andere, anti-inflammatoire factoren tijdens en aan het eind van het ontstekingsproces.

Een effectieve bestrijding van bacteriën of virussen vergt een goede balans tussen pro- en anti-inflammatoire factoren. Die balans kan verstoord raken door stresshormonen en andere factoren die in het bloed vrijkomen als gevolg van zowel onder- als bovenmatig spiergebruik.

### Getrainde spieren

Om te begrijpen wat de invloed kan zijn van

**Begin en eind van een ontstekingsreactie worden door verschillende groeifactoren (GF) en cytokinen (CK) geregeld.**



bewegen op de afweer, moet je ook begrijpen hoe de spieren werken. Spieren kun je trainen. Door langdurige training van spieren op een relatief laag inspanningsniveau zullen ze een groter uithoudingsvermogen ontwikkelen. Wanneer spieren juist kortdurend en zwaar worden belast, zullen ze in omvang toenemen en sterker worden. Die effecten worden bereikt door verschillende eiwitten die in de spieren worden vrijgemaakt.

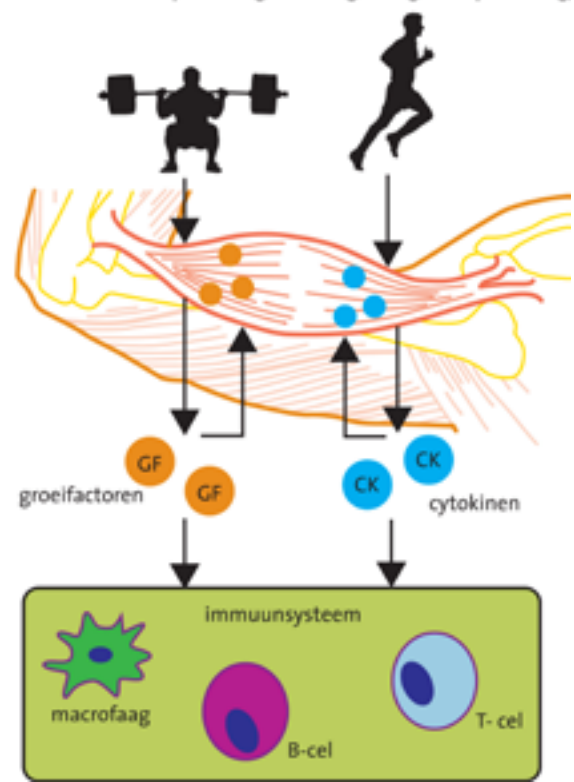
Voor een groter uithoudingsvermogen vinden er aanpassingen plaats in de energievoorziening van de spiercellen. Dit wordt geregeld in de zogenoemde mitochondria, ofwel de energiefabriekjes van cellen. Voor het sterker worden van een spier zijn juist meer filamenten nodig. Dat zijn de structuren die direct betrokken zijn bij de samentrekking van een spiervezel. Een belangrijke stap in deze processen is dat een spiervezel groeifactoren en cytokinen gaat produceren en deze kan uitscheiden.

Tijdens intensieve inspanning maakt een spier groeifactoren. Die binden aan de spiervezels en stimuleren daarmee de aanmaak van extra spiereiwitten. De spier gaat daardoor groeien (hypertrofieren). Bij langdurige inspanning produceren spieren vooral cytokinen. Deze zorgen voor een toename in zowel de vetverbranding als in de aanmaak van mitochondria. Door het uitscheiden van de groeifactoren en cytokinen kunnen individuele spiervezels in een spierbundel elkaar beïnvloeden en zo de spier als geheel aan de inspanningsbehoefte aanpassen.

Spiervezels kunnen ook beschadigd raken. Spierpijn na intensieve sportbeoefening kan daar een uiting van zijn. Een beschadigde spiervezel moet worden hersteld. Daarvoor moet het beschadigde weefsel wel eerst opgeruimd worden. Hiervoor zijn macrofagen belangrijk en

**Intensieve of juist langdurige activiteiten hebben hun eigen invloed op de afweer.**

**Intensieve inspanning en langdurige inspanning**



deze worden aangetrokken vanuit de bloedbaan door factoren die door de spiervezels zijn gemaakt.

**Bewegen  
houdt bacteriën  
en virussen  
buiten**

### **Trainen voor goede afweer**

Cytokinen, groeifactoren, macrofagen... zowel in de afweer als in de biologie van spieren en inspanning spelen ze blijkbaar een rol. Dezelfde groeifactoren en cytokinen die bij de training van een spier worden vrijgemaakt, komen vervolgens ook in de bloedbaan terecht. Hierdoor kunnen ze ook aangrijpen op cellen elders in het lichaam. Het is gebleken dat de groeifactoren en cytokinen die een rol spelen in de werking van spieren ook het immuunsysteem kunnen stimuleren (pro-inflammatoir) of onderdrukken (anti-inflammatoir). Spiertraining heeft dan ook invloed op



het immuunsysteem. Het netto resultaat van de pro- en anti-inflammatoire effecten hangt af van de timing en de hoeveelheid groeifactoren en cytokinen die worden geproduceerd.

Betekent dit nu dat je behalve je spieren ook je afweer gericht kunt trainen? Bij het beantwoorden van die vraag moet je onderscheid maken tussen acute en chronische infecties. Bij een chronische infectie lijkt het immuunsysteem continu actief, waardoor een ontsteking in stand gehouden wordt. In dit geval zou je het immuunsysteem wellicht willen remmen. Dan moet je dus streven naar bewegingsinspanning waarbij overwegend anti-inflammatoire factoren worden geproduceerd. Met de kennis die op dit moment voor handen is, lijkt duurtraining (fietsen of hardlopen) een sterkere anti-inflammatoire uitwerking te hebben dan krachttraining.

Bij een incidentele infectie is het belangrijk dat het immuunsysteem alert is en direct reageert. Dit vraagt eerst productie van pro-inflammatoire factoren en vervolgens van anti-inflammatoire factoren die de ontsteking op tijd weer remmen. Onderzoek bij muizen naar de effecten van looptraining op het verloop van een infectie door een griepvirus laat zien dat een matige looptraining de werking van het immuunsysteem bevordert en de infectie remt. Langdurige training heeft juist een remmende werking op het immuunsysteem.

Extreem intensieve en langdurige inspanning leidt tot een overmatige productie van anti-inflammatoire cytokinen. Dit zou kunnen verklaren waarom marathonlopers juist vaak last hebben van virale infecties in de luchtwegen: de benodigde snelle reactie van de afweer wordt bij hen onderdrukt. Bij onderbelasting, zoals in het lijf van een astronaut of een *couch potato*, maakt het lichaam relatief meer anti- dan pro-inflammatoire cytokinen. Ook bij hen wordt de immuunreactie dus geremd.

## Nog geen 'immuuntrainingsprogramma'

Met de huidige stand van kennis lijkt het er op dat bewegen, mits niet extreem intensief en langdurig, een gunstige uitwerking heeft op het immuunsysteem. De reikwijdte van het immuunsysteem gaat verder dan alleen bacteriële of virale infecties. Ook bij ziekten als reuma, diabetes of zelfs kanker speelt de afweer een belangrijke rol.

Op de vraag of je voor

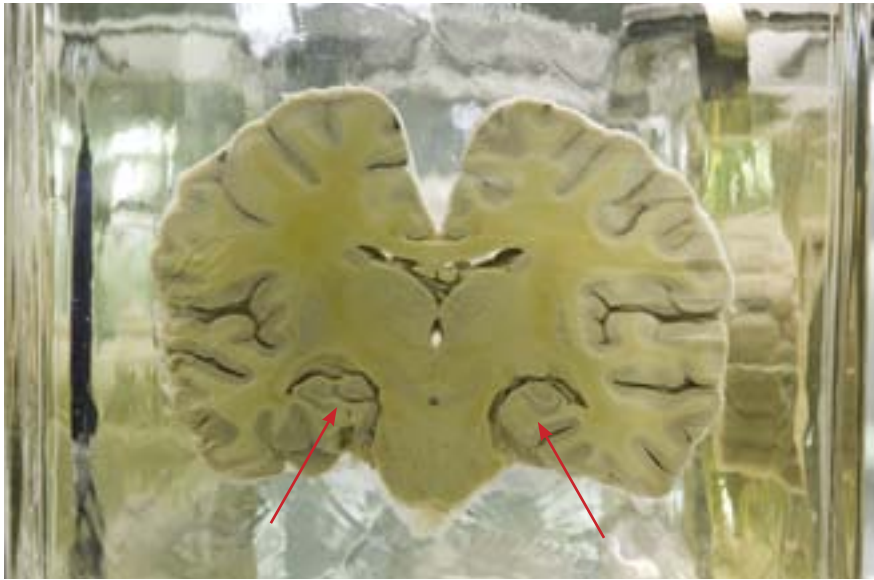
een goede afweer moet duurtrainen of krachttrainen is op dit moment nog geen sluitend antwoord te geven. Ook is nog onbekend of hardlopen beter is dan, zeg, fietsen of zwemmen. Maar het is wel duidelijk dat bewegen het immuunsysteem gunstig beïnvloedt. Voor een gericht trainingsprogramma voor een optimaal functionerend immuunsysteem is het evenwel nog te vroeg.

## Hersengymnastiek

■ DR. LAURA EGGERMONT

■ DR. ELISE ROZE

Je hebt je hersens nodig om te bewegen, maar je hebt ook beweging nodig om je hersens in conditie te houden. De invloed van bewegen op je brein begint al in de vroege ontwikkeling. Verbindingen in de hersenen die vaak worden geactiveerd, omdat ze horen bij alledaagse bewegingen als lopen of iets pakken worden versterkt terwijl verbindingen die niet gebruikt worden zelfs helemaal kunnen verdwijnen. In de biologie wordt dit de neuronale groepselectietheorie genoemd. Je hersenen worden daardoor 'handiger' in het coördineren van belangrijke motorische vaardigheden. Buiten deze doodgewone, onbewuste invloed van bewegingen op je brein, worden er tegenwoordig ook bewuste pogingen gedaan om de hersenen met behulp van bewegingsprogramma's te beïnvloeden.



### Slimmere kinderen

Kinderen op de basisschool die meer bewegen, presteren ook beter op school. Ook het zogenoemde cognitief functioneren van adolescenten (grotweg tussen 10 en 20 jaar oud) die zelf naar school moeten lopen of fietsen is beter. Vreemd genoeg wordt dat laatste effect alleen bij meisjes gevonden, niet bij jongens. Maar uit al deze statistische verbanden valt niet op te maken of deze kinderen en adolescenten beter presteren dankzij het bewegen, of dat ze meer bewegen omdat ze sowieso al wat slimmer waren.

Om een eventueel causaal verband aan te tonen moet je interventieonderzoek doen (zie hoofdstuk 1) naar de relatie tussen beweging en schoolprestaties van kinderen. Het weinige onderzoek dat op die manier is gedaan, laat zien dat extra bewegen daadwerkelijk een positief effect heeft op schoolprestaties. Zo was er in Amerika enkele jaren terug een onderzoek met 94 kinderen met overgewicht. Deze kinderen van verschillende scholen deden mee aan een intensief bewegingsprogramma van 15 weken. Ze moesten iedere dag

Onderin de hersenen ligt een kleine structuur in de vorm van een zeepaardje: de hippocampus.

20, dan wel 40 minuten sporten in een gymzaal. Voor en na het programma voerden ze rekensommen en planningsopdrachten uit. De groep met kinderen die 40 minuten trainde bleek uiteindelijk beter te scoren op de reken- en planningstaken. Of het bewegingsprogramma een structurele invloed had op het ontwikkelende brein van de kinderen is natuurlijk de vraag, maar dat hun brein na een bewegingsprogramma beter werkt was hiermee wel aangetoond.

### Zeepaardje profiteert van beweging

Om te ontdekken wat er fysiek, dus in de hersenen gebeurt onder invloed van beweging, is proefdieronderzoek gedaan. Onderzoek met muizen laat zien dat zij onder invloed van extra beweging ook meer zogenoemde neurotrofines produceren. Dat zijn stoffen die de groei van zenuwcellen stimuleren, onder andere in de hippocampus. Letterlijk betekent dit 'zeepaardje', wat in dit geval slaat op de vorm van dit hersendeel. De hippocampus is erg belangrijk voor zowel het geheugen als het integreren van binnenkomende informatie, zoals reuk, zicht, gehoor en tast. Neurotrofines die vrijkomen in de hippocampus creëren een gunstig klimaat voor hersencellen. Op deze manier zorgt bewegen via vrijmaking

## Het ene hersengebied lijkt gevoeliger voor beweging dan het andere

van neurotrofines voor de aanmaak van nieuwe hersencellen (de *neurogenese*), de aanmaak van nieuwe verbindingen tussen de hersencellen (*synaptogenese*) en een betere bloedvoorziening van de hersencellen door

de aanmaak van nieuwe bloedvaatjes (*angiogenese*). Daarnaast laat proefdieronderzoek zien dat beweging de negatieve effecten van stress op de hersenen kan tegengaan.

### Reserves voor de rest van je leven

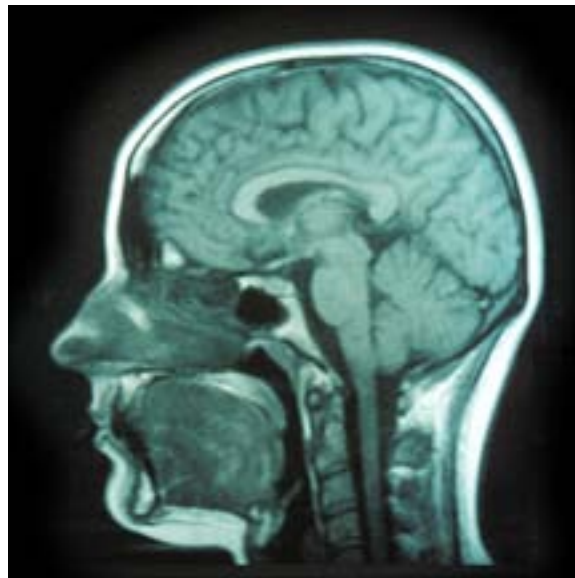
Het ene hersengebied lijkt gevoeliger voor de positieve effecten van beweging dan andere. Naast de hippocampus profiteert ook de prefrontale cortex en de gebieden die daar direct mee verbonden zijn. Deze gebieden spelen een belangrijke rol bij complexe functies, zoals het aanpassen van gedrag. Voor kinderen is het in het dagelijks leven belangrijk om het eigen gedrag te kunnen reguleren. Ze moeten leren ongepaste reacties te remmen of het geduld op te brengen om te wachten op iets leuks. Dit soort hersenfuncties is al op heel jonge leeftijd actief, maar is pas volledig ontwikkeld als we ongeveer 25 jaar oud zijn. Bewegen lijkt juist op die ontwikkeling een positieve invloed te hebben.

Tegelijk zijn dezelfde hersengebieden die bij deze complexe functies in de ontwikkeling betrokken zijn, ook gevoelig voor de effecten van veroudering. Als je ouder wordt treedt heel geleidelijk zogenoemde atrofie op van de hersencellen: ze verschrompelen. In de prefrontale cortex leidt dit tot zowel cognitieve achteruitgang



**Cognitieve functies van ouderen worden gemeten met onder andere een geheugentest.**

**Met Magnetic Resonance Imaging kan een gedetailleerd beeld van de levende hersenen worden gemaakt.**



**Bewegers  
zijn  
slimmer**

als motorische stoornissen. De combinatie van beide zorgt er bijvoorbeeld voor dat ouderen eerder en vaker vallen, wat hun dagelijks functioneren op een gegeven moment erg kan beperken.

### Bewegingsprogramma's voor ouderen

Met moderne beeldvormende technieken als *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) kun je bewijzen dat bewegen ook positieve effecten heeft op de hersenen van ouderen. Na een 6 maanden durende intensieve bewegingsinterventie (3 dagen per week een half uur hardlopen) blijkt uit MRI-beelden bijvoorbeeld dat de hippocampus van ouderen zich beter ontwikkelt. Ook uit neuropsychologische studies met gezonde ouderen blijkt dat soortgelijke, intensieve bewegingsprogramma's de prestaties te verbeteren. De ouderen kunnen hun handelingen beter plannen en zijn flexibeler.



Cognitieve functies worden onder andere geme- ten door middel van een geheugentest waarbij gezichten of een rij losse woorden moeten worden onthouden, of een test waarbij ouderen op een vel papier letters en cijfers zo snel mogelijk moeten afwisselen.

### Bewegen tegen dementie

Er zijn steeds meer aanwijzingen dat voldoende beweging ook een remmend effect heeft op het optreden van dementie. Zo blijkt dat volwassenen van middelbare leeftijd die meer bewegen, 25 jaar later een kleinere kans hebben op geheugenstoornissen. Toch is het ook hier weer moeilijk om dat verband heel direct te leggen. Er kunnen immers verschillende redenen zijn waarom mensen die meer bewegen later een kleinere kans hebben op dementie.

## Gewoon lekker!

Al met al zijn er verschil- lende verbanden gevon- den tussen beweging en functioneren van de hersenen van kinderen, adolescenten, volwasse- nen en ouderen. Proef- dieronderzoek geeft hints wat de achterliggende biologische mechanismen kunnen zijn. Bewegen kan misschien een stra- tegie zijn om cognitieve achteruitgang en demen- tie op latere leeftijd te voorkomen. Maar er is

vervolgonderzoek nodig om vast te stellen of bewegen op middelbare leeftijd echt een reductie van het risico op demen- tie later in het leven kan veroorzaken. Ondanks die behoefte aan meer onderzoek is al wel duidelijk dat bewegen in het algemeen prettig is en alleen al daardoor een positief effect heeft op de kwaliteit van leven op de oude dag.



De positieve effecten van extra wandelen op het geheugen van dementerende ouderen zijn nog niet hard aangetoond.

### VRAAG 3

Als bewegen het denken helpt, is denken aan bewegen dan ook al nuttig?

Onderzoek waarbij bijvoorbeeld dagelijks een half uur wordt gelopen, laat geen eenduidig rem- mend effect zien op de cognitieve achteruitgang van ouderen. De studies die wél gunstige effecten beschrijven berusten op de subjectieve ervarin- gen van verzorgingshuispersoneel, of ze zijn niet uitgevoerd volgens de officiële wetenschappelijke richtlijnen die voor interventiestudies worden gehanteerd, bijvoorbeeld omdat er geen controle- groep is meegenomen die géén bewegingsinter- ventie krijgt aangeboden.

Bij een interventiestudie die wel volgens de officiële richtlijnen werd uitgevoerd, moesten 97 ouderen met een matig gevorderde dementie in een verzorgingshuis zes weken lang dagelijks een half uur wandelen. Na die zes weken was er geen verschil in cognitief functioneren met een groep die geen ‘wandelprogramma’ had gekregen. Wellicht kan toekomstig onderzoek waarbij een langere periode van beweging wordt aangeboden de inzichten nog veranderen.

# Als bewegen moeilijker wordt

■ DRS. ARLÈNE SPEELMAN

**I**S VOLDOENDE bewegen voor 'gewone' mensen al lastig, voor iemand met een chronische aandoening als de ziekte van Parkinson is het helemaal een opgave om aan de gezonde portie dagelijkse beweging te komen. De ziekte van Parkinson is een zogenaemde progressieve neurologische aandoening waarbij steeds meer cellen in een specifiek deel van de hersenen afsterven. Hierdoor ontstaat een tekort aan de stof dopamine. Dopamine is een neurotransmitter, een boodschapper die specifieke signalen tussen zenuwcellen doorgeeft.

Door hun toenemende dopaminetekort krijgen mensen met de ziekte van Parkinson verschillende problemen. Het trillen van de ledematen is een bekend, zichtbaar symptoom, naast bijvoorbeeld stijfheid en steeds tragere bewegingen. Mensen met de ziekte van Parkinson hebben daarnaast vaak problemen bij het lopen of de balans. Naast deze motorische symptomen kunnen patiënten ook last krijgen van bijvoorbeeld een depressie, problemen met hun cognitie, met de stoelgang of met slapen. Dit alles maakt dat bewegen voor deze patiënten een stuk minder aantrekkelijk wordt. En dat terwijl het misschien juist voor deze mensen extra goed zou kunnen zijn om te bewegen! Uit onderzoek aan de Radbouduniversiteit in Nijmegen is gebleken dat mensen met Parkinson veel te weinig bewegen, met name in latere stadia van de ziekte.

## Juist bij Parkinson

Er zijn verschillende redenen waarom het juist voor mensen met de ziekte van Parkinson goed is

om voldoende in beweging te blijven. Zoals elders in dit cahier ook is benadrukt, heeft bewegen in algemene zin een gunstige invloed op het voorkomen van onder andere osteoporose en hart- en vaatziekten. Maar daarnaast kan bewegen ook een positieve invloed hebben op de specifieke parkinsonsymptomen. Er zijn bijvoorbeeld aanwijzingen dat bewegen positief werkt op de motorische functies, en mogelijk ook op de cognitieve functies, de slaapproblemen en de depressies. En er zijn nog veel meer specifieke symptomen van deze ziekte waar bewegen een gunstig invloed op zou kunnen hebben, zoals vermoeidheid of obstipatie.

Naast deze symptomatische effecten van bewegen onderzoeken we ook of bewegen invloed kan hebben op het eigenlijke, onderliggende ziekteproces. Op die manier zou je misschien de progressie van de ziekte kunnen remmen of zelfs stoppen. Tot nu toe gebeurde dat onderzoek vooral met proefdieren. Onderzoekers lieten bijvoorbeeld muizen die in het kader van het experiment een op Parkinson lijkende kwaal hadden 'gekregen' (parkinsonisme), een periode intensief trainen op een loopband. De beschadigde delen van de hersenen van deze muizen bleken na die training gedeeltelijk te herstellen. Bovendien bleek dat hun hersenen de dopamine die ze nog overhadden ook beter gingen gebruiken. Al met al sterke aanwijzingen dat bewegen voor iemand met de ziekte van Parkinson extra goed is.

## Kán iemand met Parkinson nog wel bewegen?

Dat patiënten met de ziekte van Parkinson ondanks hun beperkingen wel meer kunnen



Scan de QR-code voor een opmerkelijk videofilmpje van een Parkinsonpatiënt.  
<http://tinyurl.com/6llfdtn>



De ziekte van Parkinson uit zich in bewegingsstoornissen, maar kan wellicht ook worden beïnvloed door beweging.



<http://tinyurl.com/cy448el>

bewegen bleek uit een recente wetenschappelijke publicatie die in dit onderzoeksgebied veel opzien baarde. Daarin beschreef onze onderzoeksgroep een patiënt die bijzonder veel moeite had met lopen. Bij het lopen stond deze man met zijn voeten als het ware ‘vastgevroren’ aan de vloer, een fenomeen dat door neurologen dan ook wel ‘freezing’ wordt genoemd. Tot ieders verrassing bleek deze man echter nog heel goed te kunnen fietsen! Zo vastgevroren als hij aan de vloer stond, zo soepeltjes fietste hij vervolgens over de parkeerplaats weg.

Een vergelijkbaar fenomeen werd beschreven

door de Amerikaanse acteur Michael J. Fox, bekend van de legendarische film *Back to the Future*. In een van de zeldzame televisie-interviews die hij nog gaf na het openbaren van zijn ziekte, vertelt hij dat zoiets simpels als tandenpoetsen een regelrechte hindernisbaan kan zijn, maar dat ijshockey hem vreemd genoeg nog wél goed af gaat.

Om te onderzoeken of mensen met de ziekte van Parkinson, ondanks de barrières om te gaan bewegen, hun gedrag ten aanzien van bewegen kunnen veranderen, is in Nijmegen een nieuw wetenschappelijk onderzoek gestart: de ParkFit trial. In dat onderzoek wordt bekeken of patiënten

door middel van een bewegingsstimuleringsprogramma meer kunnen gaan bewegen en of zij dit ook vol kunnen houden gedurende een langere periode. Daarnaast wordt bekeken wat voor positieve of negatieve invloed bewegen heeft op de gezondheid van deze patiënten. Je kunt immers niet uitsluiten dat patiënten die meer gaan bewegen ook meer gaan vallen. Veel patiënten hebben immers balansproblemen en je wilt niet dat meer bewegen zou resulteren in meer vallen en meer botbreuken. De eerste resultaten van dit onderzoek worden vermoedelijk tegelijk gedrukt met dit cahier. Googelen dus: 'ParkFit', 'Parkinson' en 'Radboud Universiteit'!

#### ANTWOORD 1

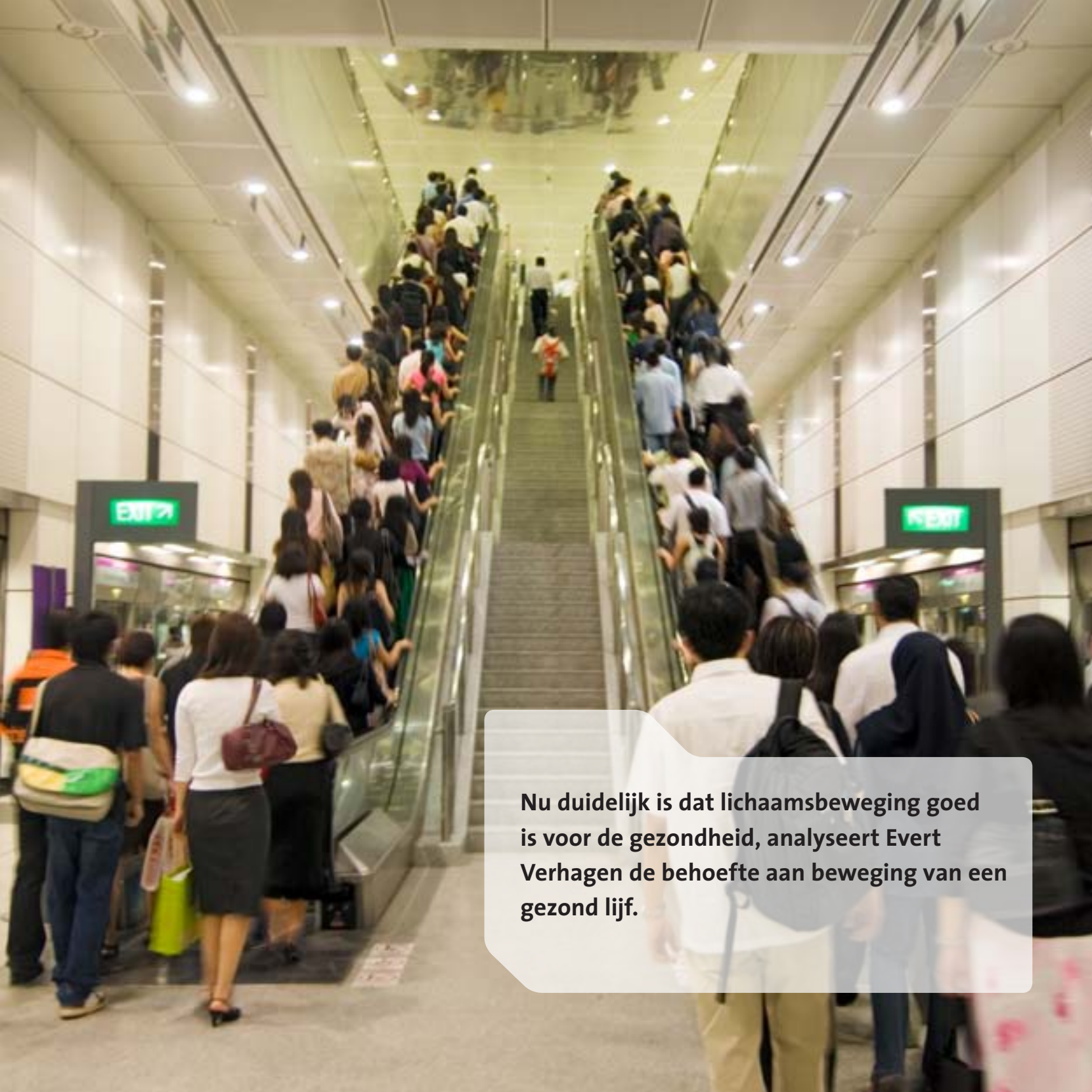
Spierpijn tijdens inspanning kan komen door ophopend melkzuur. Meestal begint de spierpijn echter ruim na de inspanning, bijvoorbeeld door minuscule haarscheurtjes in de spier of het bindweefsel, of door ontstekingsreacties. In principe is spierpijn niet schadelijk, maar helpt het juist bij het herstelproces en om 'sterker terug te komen'.

#### ANTWOORD 2

Kramp in een gewone spier is een aanhoudende contractie. Als je hart dat zou doen is dat uiteraard niet best. Wat sommigen omschrijven als 'kramp op de borst' heet officieel angina pectoris: een verzuurde hartspeer.

#### ANTWOORD 3

Vreemd genoeg wel, ja. Wie denkt aan beweging, activeert hersengebieden die ook actief zijn als we zelf bewegen. Het blijkt zelfs dat mensen met een beroerte die naast het oefenen van bepaalde bewegingen denken aan bewegingen sneller revalideren.



Nu duidelijk is dat lichaamsbeweging goed is voor de gezondheid, analyseert Evert Verhagen de behoefte aan beweging van een gezond lijf.

# Wat wil het gezonde lijf?

■ DR. EVERT VERHAGEN

**J**E HOEFT niet per se intensief te sporten om een gezonde portie lichamelijke activiteit te krijgen. School en werk – waaronder huishoudelijk werk – zijn de belangrijkste bronnen voor alledaagse gezonde lichamelijke activiteit. Toch beveelt onze overheid aan om naast die ‘gewone beweging’ te sporten. Door regelmatig te sporten verbeter je namelijk ook je fitheid. Fitheid kun je daarbij zien als een combinatie van uithoudingsvermogen, kracht en coördinatie. Lichamelijke activiteit en fitheid hebben een onafhankelijke relatie met gezondheid. Beide verlagen de kans op sterfte en op het ontstaan van osteoporose, hoge bloeddruk, diabetes, angst en depressie.

## Intensiteit van bewegen

De dagelijkse dosis lichamelijke activiteit is het product van duur, frequentie en intensiteit van een activiteit. Duur en frequentie zijn heldere begrippen: ‘hoe lang’ en ‘hoe vaak’. Intensiteit is lastiger te kwantificeren. Lichamelijke activiteiten verschillen in intensiteit. Je moet je meer inspannen om te rennen dan om te wandelen, en fietsen tegen de wind in is ook intensiever dan fietsen met de wind mee. Eenzelfde activiteit zal voor een fit persoon ook minder inspannend zijn dan voor een minder fit persoon.

### VRAAG 1

Hoe reëel is het om het risico op blessures te gebruiken als argument om niet te bewegen?

De meest gehanteerde manier om de intensiteit van lichamelijke activiteiten te kenmerken is met behulp van ‘*metabolic equivalents*’ (MET). Dit is een meeteenheid die aangeeft hoeveel energieverbruik gepaard gaat met een bepaalde activiteit, vergeleken met het energieverbruik in rust. Energieverbruik kun je met een kleine omweg uitdrukken als de hoeveelheid zuurstof die nodig is voor de verbranding. In rust heb je ongeveer 3,5 milliliter zuurstof per kilo lichaamsgewicht per minuut nodig. Als dit bij licht intensieve lichamelijke activiteit bijvoorbeeld oploopt naar 7 milliliter zuurstof per kilo lichaamsgewicht per minuut, dan heb je het dus over een energieverbruik van 2 MET. Met behulp van MET’s is het mogelijk om energieverbruik en intensiteit van verschillende activiteiten van verschillende personen op een standaard manier weer te geven en te vergelijken (zie de tabel op pagina 15).

Voor het progageren van gezonde lichamelijke activiteit zijn MET’s misschien niet heel handig. Bijna niemand weet wat je moet doen om een activiteit van 3 MET uit te voeren. Daarom wordt ook een eenvoudiger onderscheid gemaakt in lichte, matige en zwaar intensieve lichamelijke activiteit. Bij licht intensieve lichamelijke activiteit is er geen sprake van verhoogde hartslag of versnelde



Squash valt in de categorie ‘zware lichamelijke activiteit’.



ademhaling. Bij matig intensieve lichamelijke activiteit heb je een verhoogde hartslag, krijg je het wat warmer en versnelt je ademhaling. Bij zwaar intensieve lichamelijke activiteit ga je zweten en raak je buiten adem.

## Nederlandse Norm Gezond Bewegen

De Nederlandse Norm Gezond Bewegen is in 1998 opgesteld door de universiteiten van Amsterdam (VU), Maastricht, Groningen en Utrecht, en het RIVM, TNO en de sportkoepel NOC\*NSF. De norm

is vooral gericht op het onderhouden van gezondheid en is verschillend voor jongeren, volwassenen en ouderen. Ook al staat hij bekend als ‘Nederlandse’ Norm Gezond Bewegen (NNGB), in de praktijk is het ook een internationale norm voor gezond bewegen.

De richtlijnen voor volwassenen gaan uit van een dagelijkse dosis lichaamsbeweging waarbij bovenop het zogenaamde rustmetabolisme tenminste 200 kilocalorieën (kcal) worden verbruikt door matig intensieve lichamelijke activiteiten.

Het rustmetabolisme is de hoeveelheid energie die je nodig hebt om ‘te kunnen zijn’. Alles wat je doet komt daar bovenop. Alleen met een

Nederlandse Norm Gezond Bewegen: hoeveel moet iemand van een bepaalde leeftijd bewegen?

Doelgroep	Frequentie	Duur	Intensiteit
Jongeren (tot 18 jr)	Dagelijks	60 minuten	Matig intensief (5 tot 8 MET)
Volwassenen (18 tot 55 jr)	5 dagen per week	30 minuten	Matig intensief (4 tot 6,5 MET)
Ouderen (55+)	5 dagen per week	30 minuten	Matig intensief (3 tot 5 MET)



nauwkeurige meting van je zuurstofverbruik en CO<sub>2</sub>-productie kun je het exacte energieverbruik berekenen, maar gemiddeld genomen ligt het rustmetabolisme rond de 1.800 kcal. Omdat iedere vorm van activiteit, hoe gering ook, extra energie vergt, ligt de werkelijke energiebehoefte hoger. Een gemiddelde volwassen man en vrouw (20 tot 50 jaar) moet zich volgens de opstellers van de norm matig intensief inspannen. Dit kan door bijvoorbeeld dagelijks 30 minuten te wandelen ( $\pm 3$  MET). Voor kinderen en jongeren is het gewenste aantal minuten per dag tenminste 60. Bovendien moeten kinderen en jongeren naast de aanbevolen dagelijkse dosis lichaamsbeweging eenmaal per week een activiteit uitvoeren die is gericht op het verbeteren van de conditie en fitheid.

Of je aan de beweegnorm voldoet hangt af van de duur van bewegen (totaal 30 of 60 minuten in blokjes van minimaal 10 minuten), de frequentie (minimaal vijf dagen per week) en de intensiteit (matig intensief; iets hogere hartslag en ademhaling). Deze aanbevolen dagelijkse dosis lichaamsbeweging heeft een gunstig effect op sterfte, hart- en vaatziekten, hoge bloeddruk en ouderdomsdiabetes.

Volgens de NNGB ben je inactief als je geen enkele dag per week de aanbevolen dosis lichaamsbeweging haalt. Je bent semi-actief als je minder dan vijf dagen in de week voldoet aan de aanbevolen dosis lichaamsbeweging en normactief als je de aanbevolen hoeveelheid wel haalt. Het is ook niet erg als je eens een week niet de aanbevolen hoeveelheid lichaamsbeweging haalt. De richtlijnen gaan uit van een 'reguliere' week, dus hebben betrekking op wat je normaal doet.

De aanbevolen hoeveelheden lichaamsbeweging zijn ogenschijnlijk makkelijk haalbaar. Toch was in 2010 slechts 60% van de Nederlandse volwassenen 'normactief'. Daartegenover was maar 5% écht inactief en 35% semi-actief. Het aandeel jongeren dat normactief was, lag met 20% nog beduidend

## Bewegen op recept

■ NISB

Waar mensen met obesitas via hun huisarts op dieet kunnen worden gezet, zijn er tegenwoordig ook mogelijkheden voor 'beweging op recept'. De doelgroep voor dit medicijn zijn mensen met obesitas en/of diabetes (type II). Hun huisarts kan bijna letterlijk een recept uitschrijven voor een zogenoemde BeweegKuur.

De kuur is ontwikkeld door Het Nederlands Instituut voor Sport en Bewegen (NISB) en wordt in de meeste gevallen 'toegediend' door een praktijkondersteuner van de huisarts. Meestal is ook een diëtist bij de kuur betrokken, die een voedingsplan opstelt, net

als een fysiotherapeut die beweegadvies geeft op basis van de intake en een inspanningstest. Zelfs de lokale sportclubs kunnen bij de kuur worden ingeschakeld. Een gemiddelde kuur duurt een jaar. Het is de bedoeling dat het gedrag van de bewegingsarme patiënt dan ook echt structureel is veranderd.

Net als bij een echt medicijn wordt ook de werkzaamheid van deze kuur wetenschappelijk beoordeeld. Gerenomeerde universiteiten en onderzoeksbureaus doen op dit moment onderzoek naar de effectiviteit van het intensieve begeleidingsprogramma uit de BeweegKuur.

lager, terwijl ruim 50% van de senioren aan de NNGB voldeed.

### Nóg meer bewegen voor energiebalans

De Nederlandse Norm Gezond Bewegen is vooral gericht op het onderhouden van gezondheid, maar lichamelijke activiteit hangt via de energiebalans ook nauw samen met overgewicht en obesitas. Deze balans stelt dat je aan de ene kant energie tot je neemt door voeding en aan de andere kant energie verbruikt door beweging. Als de balans naar de kant van energie-inname doorslaat gaat er meer energie in dan uit. Dit kan komen doordat je te veel

#### VRAAG 2

Moet de overheid zich via normen en 'interventieprogramma's' bemoeien met onze hoeveelheid beweging?

Slechts 20% van de jongeren voldoet aan de bewegingsnormen.



eet of doordat je te weinig beweegt. De huidige opvatting is dat de algemene toename van overgewicht eerder komt door toegenomen inactiviteit dan door overmatige energie-inname.

Het is zeker wel zo dat we in de loop der jaren meer calorieën zijn gaan eten. Dit zou op zichzelf niet zo erg zijn als we onze dosis lichaamsbeweging hierop hadden aangepast. Aanvankelijk was de gedachte dan ook dat voor het handhaven van een gezond lichaamsge-

---

## Minder dan de helft van de jongeren voldoet aan de fitnorm

wicht de Nederlandse Norm Gezond Bewegen voldoende zou zijn. Tegenwoordig lijkt deze gedachte door de toegenomen calorie-inname achterhaald. Nu luidt het advies om voor het handhaven van de energiebalans dagelijks 45 tot 60 minuten matig intensief bewegen. Dit komt overeen met een

gemiddeld energieverbruik per etmaal van 1,75 maal het rustmetabolisme (1,75 MET). Je zou dus kunnen stellen dat de normen achterhaald zijn en naar boven moeten worden bijgesteld.

### **Naast gezond ook fit**

Naast voldoende beweging is het ook van belang om fit te zijn en te blijven. Uit Amerikaanse studies is namelijk gebleken dat fitheid, los van voldoende lichamelijke activiteit, ook een positieve invloed heeft op gezondheid. Zo blijken fitte mensen die zijn blootgesteld aan één of meer leefstijlrisicofactoren, zoals roken, een hogere levensverwachting te hebben dan mensen die verder gezond leven maar niet fit zijn. Om deze reden bestaat er tegenwoordig naast de Nederlandse Norm Gezond Bewegen ook de zogenoemde fitnorm.

De fitnorm is gericht op het verbeteren en onderhouden van fysieke fitheid voor jong en oud.

De norm is grotendeels gebaseerd op Amerikaanse richtlijnen. Om een goede conditie van hart en bloedvaten te bewerkstelligen, schrijft deze norm drie maal per week tenminste 20 minuten zwaar intensieve lichaamsbeweging voor, te verwezenlijken door bijvoorbeeld te sporten.

Volgens de NNGB ben je niet fit als je niet of hooguit enkele keren per jaar jezelf zwaar inspant. Je bent semi-fit als je wel regelmatig zwaar inspannend actief bent, maar minder dan drie maal per week. Je bent voldoende fit als je drie keer of meer per week tenminste 20 minuten zwaar intensief lichamelijk actief bent. Ook de fitnorm gaat uit van een 'reguliere' week en het is niet erg als je eens een week jezelf niet driemaal in het zweet werkt.

De fitnorm is voor veel mensen moeilijker te halen dan de bewegingsnorm. Het percentage volwassenen dat voldoet aan de fitnorm is ongeveer 20%. Onder jongeren is dit percentage met 40% beduidend hoger, maar jongeren zijn dan ook vaker actief in sporten. De deelname aan sport neemt op latere leeftijd vaak af. Ouderen doen het hier het slechtst. Slechts 10% van alle ouderen voldoet aan de fitnorm. Met de huidige vergrijzing van onze samenleving is de grootste gezondheids-winst dus te halen bij de fitheid van ouderen.

### Combinorm

Behalve de normen voor beweging en fitheid is er nóg een norm: de combinorm. Je voldoet aan die combinorm wanneer je voldoet aan de aanbevelingen van de Nederlandse Norm Gezond Bewegen, óf de fitnorm, óf aan beide normen. Deze combinorm wordt gebruikt omdat zowel de Nederlandse Norm Gezond Bewegen als de fitnorm een dosis van 'gezonde' activiteit voorschrijven. Voldoe je aan één of beide normen, dan ben je dus goed bezig.

In Nederland voldoet ongeveer 68% van de volwassenen aan de combinorm, 58% van de ouderen en 50% van de jongeren. De combinorm laat hier-

## De campagne '30minutenbewegen'

■ NISB

Sinds 2007 voert Nederlands Instituut voor Sport en Bewegen (NISB) een nationale campagne onder de noemer '30minutenbewegen'. Het doel: meer Nederlanders, van jong tot oud, in beweging krijgen. Na vier jaar campagne voeren zeggen acht miljoen Nederlanders – op basis van een steekproef – de campagne te kennen. Daarvan kennen twee miljoen mensen niet alleen de naam, maar ook de strekking van de campagne, aldus een onderzoek van TNO uit

2010. Het aantal Nederlanders dat voldoende beweegt, is in die periode gestegen van 47% naar 61%.

De naam van de campagne is tegelijk de kern van de boodschap: je moet minstens 30 minuten per dag bewegen. Onder die vlag zijn veel verschillende activiteiten en projecten georganiseerd: gezondheidsmarkten, fittesten, de landelijke recordpoging 'Heel Nederland danst' en beweegweken in verschillende gemeenten.

mee een evenwichtiger beeld zien van de gezonde beweeglust van de Nederlandse bevolking. Jongeren voldoen vaker aan de fitnorm en volwassenen vaker aan de Nederlandse Norm Gezond Bewegen. Gecombineerd heeft ruim de helft van de Nederlandse bevolking een gezond beweegpatroon. Dit beweegpatroon lijkt met het klimmen der jaren te verschuiven van sportievere activiteiten naar matige intensieve activiteiten.

## Ruimte om te bewegen

■ NISB

Sociologisch onderzoek laat zien dat de ruimte (het type straat, wijk of stad) een groot verschil kan maken in de hoeveelheid beweging van de inwoners. Onderzoekers zien bijvoorbeeld verschillen in de veiligheid en andere kwaliteiten van de leefomgeving terug in verschillen in deelname aan sport. Wil je mensen stimuleren om meer te gaan bewegen, dan kun je dus ook naar de directe leefomgeving kijken. Dat de omgeving het gedrag van mensen, hun 'leefstijl' en zelfs hun hele gezondheid beïnvloedt is eigenlijk heel logisch. Neem alleen al de riolering, de waterleiding, de organisatie van het ophalen van huisvuil, de verbetering van de arbeidsomstandigheden en de sociale woningbouw. Het zijn allemaal zaken die een directe invloed hebben op onze gezondheid en ons welbevinden. Ook de dagelijkse portie beweging wordt direct beïnvloed door de fysieke ruimte. Die invloed kan in ogenschijnlijk onver-

wachte zaken zitten. Zo blijken kinderen in een straat of buurt actiever te zijn wanneer er evenwijdige parkeerplaatsen zijn. De sociale samenhang in een buurt, de beschikbare informele speelruimtes zoals stoepen, en de verkeersveiligheid zijn drie belangrijke voorbeelden van factoren die het beweeggedrag van kinderen beïnvloeden. Deze factoren lijken zelfs belangrijker dan de grotere, fysieke inrichting van de buurt. Een informele speelruimte zoals een stoep kan meer doen dan een officiële speelplaats. Als gemeenten hun kinderen dus willen stimuleren om meer te bewegen kunnen zij verschillende maatregelen nemen; maatregelen waar niet alleen de afdeling 'sport en jeugd' mee bezig moet zijn, maar waar vooral ook de collega's van de afdelingen 'verkeer', 'ruimtelijke ordening', 'veiligheid' en 'milieu' aan moeten werken.



Een 'informele' speelplaats zoals een stoep kan meer doen dan een officiële speelplaats.



## Wie bedenkt nou zoiets?!

Eigenlijk is het niet objectief vast te stellen of de Nederlandse Norm Gezond Bewegen en de fit-norm wel werken. Ze zijn opgesteld door een panel van experts waar vervolgens in een breed kader overeenstemming over is gekomen. Dat panel van experts van universiteiten, RIVM, TNO en NOC\*NSF heeft zijn voorstel weliswaar gedaan op basis van internationaal geldende aanbevelingen en normen voor gezond lichamelijke activiteit, maar ook die zijn weer voornamelijk gestoeld op zogenoemde 'expert-opinies'.

Het probleem zit hem in de wetenschap: het is vrijwel onmogelijk om met onderzoek na te gaan hoeveel lichaamsbeweging je minimaal nodig hebt om gezond te zijn. Het meest betrouwbare onderzoek dat je hiervoor kunt doen is het eerder genoemde gerandomiseerde onderzoek (RCT, zie hoofdstuk 1). Daarbij zou je een groep deelnemers een bepaalde tijdsperiode moeten laten bewegen en een andere vergelijkbare groep moet niet of op zijn minst veel minder bewegen. Nog los van de ethische bezwaren is zo'n experimenteel onderzoek niet uit te voeren. De deelnemers zullen zich nooit precies aan de voorgeschreven hoeveelheid activiteit (kunnen) houden en nog belangrijker: de positieve of negatieve gevolgen zullen pas jaren later te bepalen zijn.

De belangrijkste bron van informatie over de relatie tussen de mate van bewegen en de gezondheid blijven de zogenaamde cohortstudies (zie hoofdstuk 1). In de Verenigde Staten bestaan een paar grote cohorten van duizenden deelnemers die over lange tijd – soms zelfs een leven lang – zijn gevolgd. Van deze mensen is door de tijd heen het beweegpatroon bijgehouden en zijn gezondheidsmaten bepaald. Op deze manier is bij benadering een relatie tussen bewegen en gezondheid vastgesteld.

Het opstellen van richtlijnen en normen is uiteindelijk vooral een proces van gezond redeneren



**De helft van de jongeren voldoet aan de gecombineerde norm voor fitheid en beweging.**

### VRAAG 3

Wat zou je nu toch moeilijk doen met een beweegnorm; als je niet meer energie opneemt dan je gebruikt is alles toch o.k.?

en overeenstemming bereiken tussen deskundigen. In dat proces ontstaat altijd wel kritiek op de geldende normen. Hoe hard is bijvoorbeeld die grens van 30 minuten bewegen voor volwassenen of 60 minuten voor jongeren? Er gaan ook stemmen op om niet te streven naar een activiteiten-drempel waarboven gezondheidseffecten optreden, maar naar een advies dat de nadruk legt op toename van lichaamsbeweging voor iedereen. Dat zou dus gelden voor mensen die nauwelijks matig intensief actief zijn, maar net zo goed voor mensen die wél normactief zijn. Hoe meer beweging hoe beter, al zit ook daar een grens aan. Bij een toename in activiteit is er ook een toename in het risico op blessures. Waar die grens precies ligt, daar is waarschijnlijk nog een cahier over vol te bediscussiëren.



## De waarde van beweging

■ NISB

Vandaag de dag wordt alles liefst in keiharde euro's uitgedrukt: okay, bewegen is gezond, maar levert het ook wat op? Het Nederlands Instituut voor Sport en Bewegen (NISB) stelt dat de kosten van ziekte met maar liefst 1 miljard euro per jaar zouden kunnen dalen als alle werknemers aan de fitnorm zouden voldoen. Tegelijk hebben sport en bewegen nog veel meer waarden zegt het NISB: maatschappelijke waarden.

Het Verwey-Jonker Instituut (een onderzoeksinstituut op het gebied van sociaal-maatschappelijke thema's) heeft de wetenschappelijke literatuur geanalyseerd op de effecten van sport op het gebied van gezondheid, sociale cohesie, gedragsverandering, schoolprestaties en economisch rendement. Volgens de onderzoekers laat de literatuur zien dat jongeren door sport hun vaardigheden oefenen voor zelfreflectie en zelfregulering, wat belangrijke vaardigheden zijn die ook

schoolprestaties kunnen beïnvloeden. Individuele sporten leiden tot meer zelfvertrouwen van de deelnemers in individuele taken, teamsporten tot meer gevoel van controle over relaties. Er zijn ook aanwijzingen dat bij toename van sportdeelname het probleemgedrag vermindert. Nederlands onderzoek laat verder zien dat openbare sportplekken een belangrijke buurtfunctie hebben en sportdeelname blijkt ook samen te gaan met een groter vertrouwen in medeburgers en de politiek. Daarnaast voelen leden van een sportvereniging zich prettiger dan mensen die geen lid zijn van een sportvereniging. Let wel: het gaat in al deze gevallen 'slechts' om statistische verbanden, dus niet per se om een hard, oorzakelijk verband.

Wil je de waarde van sport dan toch in euro's uitdrukken, dan biedt onder andere het *Economic Development Board Rotterdam* (EDBR) een handvat. In 2010 liet dat EDBR onderzoek doen

naar de maatschappelijke effecten van sport en bewegen voor de stad Rotterdam. Het EDBR concludeerde dat sport indirect bijna 500 miljoen euro per jaar oplevert, alleen al in Rotterdam. Dat zou dan komen doordat sport leidt tot een betere gezondheid van Rotterdammers, minder ziekteverzuim, betere schoolprestaties van kinderen en meer sociale cohesie. Of deze bedragen ooit echt hard te maken zijn? Dat zal niet eenvoudig worden. Maar welbevinden, geluk, gezondheid en leefbaarheid zijn ook wat waard, al is dat nooit in euro's uit te drukken.

# Sticker op de lift

■ IR. ROB BUITER

**‘R**OKERS STERVEN jonger’, ‘Roken kan het sperma beschadigen en vermindert de vruchtbaarheid’, of wat te denken van deze: ‘Tabaksrook bevat benzeen, nitrosaminen, formaldehyde en waterstofcyanide.’ De waarschuwingen die – nu alweer tien jaar, op last van de Europese Unie – op pakjes sigaretten worden gezet, laten aan duidelijkheid niet veel te wensen over. Toch is het nog maar de vraag wat het concrete effect is van deze waarschuwingen. Het gedrag van mensen veranderen is nog niet zo eenvoudig. Er wordt zelfs wel gefluisterd dat er rokers zouden zijn die moeite doen om alle veertien verschillende waarschuwingen te verzamelen.

Zou een sticker op de lift iemand aansporen om meer te gaan bewegen ...



‘Bewegingsarmoede’ heeft de nodige overeenkomsten met roken. De nadelige effecten merk je niet na de eerste sigaret of na je eerste dag als couch potato. Dat er aanzienlijke risico’s zitten aan weinig bewegen is zeker. Maar waar plak je in dit geval de waarschuwingsstickers op? Op de roltrap? Op de lift? Op scooters? Op auto’s? En wat zet je op die stickers? Voor dat laatste doet de wetenschap voldoende suggesties, zo blijkt uit dit cahier.

## ‘Stilzitters sterven jonger’

In de voorgaande hoofdstukken zijn diverse onderzoeken aangehaald waaruit blijkt dat de levensverwachting van actieve mensen hoger is dan die van passieve mensen. Deels gaat dat om indirect bewijs, waaruit geen oorzakelijk verband te halen is tussen minder bewegen en eerder sterven aan bijvoorbeeld hart- en vaatziekten. Maar er is ook genoeg hard bewijs: experimenten die laten zien dat meer bewegen leidt tot minder hart- en vaatziekten en tot een beter functioneren van het immuunsysteem.

## ‘Passiviteit kan de botten beschadigen en verkleint de spieren’

Beweging heeft een direct en goed meetbaar effect op de omvang en de kracht van zowel botten als spieren. Met een steeds ouder wordende bevolking neemt bijvoorbeeld ook het probleem van osteoporose en botbreuken toe. Dat probleem kan aanzienlijk worden beperkt wanneer mensen in de eerste helft van hun leven sterkere botten kweken. Beweging is daarvoor het makkelijkste middel.

... of moet je mensen  
keihard waarschuwen, zoals  
op een pakje sigaretten?

→

### **‘Van niks doen word je dik’**

In de westerse wereld is obesitas met recht een epidemie te noemen. Volgens het Centraal Bureau van de Statistiek had in 2009 ruim 35% van de volwassen Nederlanders overgewicht (BMI tussen 25 en 30). Ruim 11% had echt obesitas (BMI groter dan 30). En het kan nog erger. In de Verenigde Staten had in 2008 niet minder dan een derde van de mensen obesitas. Onder vrouwen van Afrikaanse en Latijns-Amerikaanse afkomst leed zelfs meer dan 50% aan obesitas. De International Taskforce for Obesity schat dat er onder 7 miljard wereldburgers ongeveer 1,5 miljard mensen overgewicht hebben, waaronder 500 miljoen mensen met daadwerkelijke obesitas.

Overgewicht is per definitie een probleem van de energiebalans; de balans dus tussen het opnemen (eten) en het verstoken van energie. Recente inzichten suggereren dat het voor de energiebalans ook uitmaakt welke calorieën je binnenkrijgt. Het gaat dan niet alleen om het verschil tussen vetten en koolhydraten, maar zelfs tussen het ene type suiker en het andere. Kortom, over obesitas is het laatste woord zeker nog niet gezegd. Het staat evenwel als een paal boven water dat bewegen, of het gebrek daaraan, een geheel eigen rol heeft bij het probleem van overgewicht. De negatieve effecten van overgewicht (zoals risico's op hart- en vaatziekten of diabetes) kunnen door meer beweging worden verlaagd, zelfs zonder substantieel af te vallen.

### **‘Bewegen maakt je vrolijk’**

Waar de teksten op de stickers op pakjes sigaretten, shag en sigaren uitblinken in negativiteit,



zou een sticker op de liftdeuren of op de roltrap misschien juist een positieve boodschap moeten bevatten. Her en der in dit cahier hebben we al wat voorzetjes gedaan. Van alle aantoonbare positieve effecten die beweging heeft op ons lichaam is die op onze hersenen misschien nog wel het snelst

voelbaar. Dat gaat dan niet per se om het cognitief functioneren, om ons denkvermogen dus. Toch zijn er ook wel degelijk indirecte aanwijzingen dat beweging een gunstig effect heeft op leerprestaties en geheugen.

Het meest directe effect van beweging op de hersenen zit in iets anders. De evolutie heeft ons 'opgescheept' met een lijf dat gebouwd is voor meer beweging dan tegenwoordig nodig is. Ook dwingt de natuur ons zuinig om te springen met energie, waardoor we alles wat we te veel binnenkrijgen als reserve opslaan in een alsmaar uitdijende vetlaag. Maar als je kijkt naar onze naaste verwanten in de natuur, de mensapen, dan zie je dat we ook nog behept zijn met plezier in beweging. Gelukkig houdt dat niet op na een speelse jeugd. Ook volwassenen beleven genoeg aan beweging. Dat effect is heel direct meetbaar voor atleten die na een periode van blessureleed eindelijk weer kunnen sporten, mensen die zich weer fit voelen na te zijn afgevallen en kinderen die met elkaar sporten. Maar bewegen hoeft niet per se sport te zijn. Het plezier in om het even welke vorm van beweging is de beste reclame voor alle wetenschappelijke evidentie die ook in dit cahier is gepresenteerd.

#### ANTWOORD 1

Op bijvoorbeeld Nationaalkompas.nl is te zien dat blessures met name samenhangen met contactsporten, niet met bewegen per se. En dan nog is het niet waarschijnlijk dat die risico's groter zijn dan de risico's van gebrekkige beweging.

#### ANTWOORD 2

Via zogenoemde leefstijl-interventies valt veel te besparen op de kosten voor gezondheidszorg. De overheid ziet voldoende beweging evenwel als een individuele verantwoordelijkheid, en betaalt wel de voorlichting, maar vergoedt bijvoorbeeld niet de beweegkuur via de ziektekostenverzekering.

#### ANTWOORD 3

Met dit cahier hebben we hopelijk overtuigend laten zien dat bewegen veel meer is dan de energie in balans houden.

# Meer informatie

## Onderzoek

Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, RIVM, in Bilthoven, houdt regelmatig de thermometer in het land om te meten hoe we er voor staan qua gezondheid, onder andere op het gebied van beweging. Op [www.nationaalkompas.nl/gezondheidsdeterminanten/](http://www.nationaalkompas.nl/gezondheidsdeterminanten/) is te lezen hoeveel Nederland beweegt.

Ook onderzoeksinstituut TNO houdt zich bezig met beweging en gezondheid. Zie [www.tno.nl](http://www.tno.nl) onder het 'Thema' Gezond leven.

Uiteraard wordt ook binnen de verschillende universiteiten onderzoek naar (het belang van) beweging gedaan:

- Op de Vrije Universiteit, VU in Amsterdam, via de onderzoeksinstituten MOVE, [www.move.vu.nl](http://www.move.vu.nl) en EMGO, [www.emgo.nl/home](http://www.emgo.nl/home)
- Op de Rijksuniversiteit Groningen (RUG): [www.rug.nl/bewegingswetenschappen/onderzoek/index](http://www.rug.nl/bewegingswetenschappen/onderzoek/index)
- Aan de Universiteit Maastricht (UM): [www.mumcmove.nl](http://www.mumcmove.nl)
- Aan de medische faculteit in Utrecht (UU): [www.umcutrecht.nl/subsite/sportgeneeskunde](http://www.umcutrecht.nl/subsite/sportgeneeskunde)
- Aan de Technische Universiteit in Delft (TU), waar beweging onder andere wordt bestudeerd om ervan te leren voor het robotica-onderzoek: <http://tinyurl.com/cx56539>

## Onderwijs

Via onderstaande verkorte, 'tiny' url's geven we de weblinks naar bachelor- en masteronderwijs in de bewegingswetenschappen.

Bacheloronderwijs wordt onder andere verzorgd door:

- VU, Amsterdam: <http://tinyurl.com/cajv4ee>
- UM, Maastricht: <http://tinyurl.com/cy7b72w>
- RUG, Groningen: <http://tinyurl.com/cfbhddn>

Informatie over het masteronderwijs is te vinden:

- op de site van de VU, via <http://tinyurl.com/c7ajtj8>,
- bij de RUG, via <http://tinyurl.com/cxvavos>
- op de site van de Radboud Universiteit Nijmegen: <http://tinyurl.com/7gwufzu>
- en bij de UM, op <http://tinyurl.com/cxe9ah>

## In print

Samen met schrijver Edwin van den Dungen schreef voormalig schaatskampioen Ard Schenk niet alleen een voorwoord voor dit cahier. Hij maakte ook een 'zelfhulpboek' voor ouderen met bewegingsarmoede: *Je tweede jeugd begint nu*, ISBN: 9789461620736.

Het in dit cahier geciteerde boek Lichamelijke oefening, van Midas Dekkers, is te vinden via ISBN 9789025432416.



## Advies

Adviezen omtrent beweging worden onder andere gegeven door het Nederlands Instituut voor Sport en Bewegen, NISB. Het is een landelijk kenniscentrum dat onder andere de campagnes '30minutenbewegen.nl' en 'Nederland fietst' organiseert. [www.nisb.nl](http://www.nisb.nl)

Op het web zijn ook tests te vinden waarmee mensen zelf kunnen bepalen of ze voldoen aan de Nederlandse Norm Gezond Bewegen: [www.beweegtest.nl](http://www.beweegtest.nl) is gericht op volwassenen en chronisch zieken, [www.dubbel30.nl](http://www.dubbel30.nl) is gericht op jongeren.

Omdat voldoende beweging in de adviezen vaak in één adem wordt genoemd met gezonde voeding, noemen we hier ook het Voedingscentrum: [www.voedingscentrum.nl](http://www.voedingscentrum.nl)

## Verder op het web

Het belang van voldoende beweging is volop tot *cyberspace* doorgedrongen. Soms gaan die pleidooien op een bijzonder originele manier, zoals op deze site van de Canadese arts Mike Evans: <http://tinyurl.com/86oncng> (of scan de QR-code om het filmpje direct op de smartphone te bekijken).



Tot slot noemen wij nog enkele algemene bronnen van informatie over beweging en de bijbehorende wetenschappen:

- De vereniging voor bewegingswetenschappen Nederland is te vinden via [www.bewegingswetenschappen.org](http://www.bewegingswetenschappen.org)
- De 'Amerikaanse parallel' is te vinden op <http://exerciseismedicine.org>
- De universiteit in Maastricht heeft op haar site een mooi overzicht gemaakt van 'De fascinerende wereld van zelfbewegers': <http://tinyurl.com/bwu22l6>
- Het Landelijk Overleg voor Sportgezondheids Onderzoek ten slotte, is een samenwerkingsverband van vijf verschillende universiteiten, te vinden via [www.loso.nl](http://www.loso.nl).

## Auteurs

*Dit cahier is samengesteld door:*

Dr. Maarten Bobbert, Onderzoeksinstituut MOVE,  
Vrije Universiteit Amsterdam  
Prof. dr. Jan Osse, emeritus hoogleraar dierkunde,  
Wageningen Universiteit  
Dr. Hans Savelberg, Universitair Hoofddocent  
bewegingswetenschappen, onderzoekschool  
Nutrim, Faculty of Health Medicine and Life  
Sciences, Universiteit Maastricht  
Ir. Rob Buiters (eindredactie), freelance  
wetenschapsjournalist

*De volgende auteurs hebben bijgedragen  
aan de totstandkoming van dit cahier:*

Dr. Astrid Bakker, Onderzoeksinstituut MOVE,  
Vrije Universiteit Amsterdam  
Drs. Mariëlle Dijkers, Nederlands Instituut voor  
Sport en Bewegen  
Dr. Laura Eggermont, universitair docent op de  
afdeling Klinische Neuropsychologie van de  
Vrije Universiteit in Amsterdam  
Drs. Robert Gelinck, Nederlands Instituut voor  
Sport en Bewegen  
Prof. dr. Matthijs Hesselink, hoogleraar  
Bewegingswetenschappen, onderzoekschool  
Nutrim, Faculty of Health Medicine and Life  
Sciences, Universiteit Maastricht  
Dr. Richard Jaspers, Onderzoeksinstituut MOVE,  
Vrije Universiteit Amsterdam  
Prof. dr. Jenneke Klein-Nulend, hoogleraar Orale  
Celbiologie, ACTA-Universiteit van Amsterdam,  
Onderzoeksinstituut MOVE, Amsterdam

Dr. Jos de Koning, Onderzoeksinstituut MOVE,  
Vrije Universiteit Amsterdam  
Prof. dr. Georg Kraal, hoogleraar immunologie VU  
Medisch Centrum, Amsterdam  
Prof. dr. Willem van Mechelen, hoogleraar Sociale  
Geneeskunde in het bijzonder de bedrijfs- en  
sportgeneeskunde aan het instituut voor  
gezondheid en zorg (EMGO+) van het VU  
Medisch Centrum in Amsterdam  
Drs. Juul van Rijn, Nederlands Instituut voor Sport  
en Bewegen  
Dr. Elise Roze, arts en onderzoeker aan het  
Universitair Medisch Centrum te Groningen  
Prof. dr. Patrick Schrauwen, hoogleraar metabole  
aspecten van type II diabetes mellitus,  
Universiteit Maastricht  
Drs. Arlène Speelman, UMC St. Radboud, Donders  
Centre for Brain, Cognition and Behaviour,  
Afdeling neurologie, Nijmegen  
Dr. Lex Verdijk, Universitair Docent  
bewegingswetenschappen, onderzoekschool  
Nutrim, Faculty of Health Medicine and Life  
Sciences, Universiteit Maastricht  
Dr. Evert Verhagen, Universitair Docent  
bewegingswetenschappen en epidemiologie aan  
het instituut voor gezondheid en zorg (EMGO+)  
van het VU Medisch Centrum in Amsterdam

# Illustratieverantwoording

Foto omslag: Shutterstock

Edwin van den Dungen, Heemstede: p. 2

Jos van den Broek, Leiden: p. 8, 30, 32 r, 37

Theo Pasveer BNO Cartographics, Deventer:

p. 23, 31, 47, 48

Prof. dr. Peter Huijing en dr. Guus Baan, Faculteit

Bewegingswetenschappen, VU, Amsterdam:

p. 42

Visual Photo Design / B en U, Diemen: p. 5

Wikimedia Commons: p. 6, 7, 19 r

Imageselect, Wassenaar: p. 10, 18, 20, 33, 39, 41, 51 b,

54, 56, 62

Hollandse Hoogte, Amsterdam: p. 12, 50, 66

Dr. Hans Savelberg / Universiteit Maastricht:

p. 16 b, 21

Shutterstock: p. 16 o, 19 l, 28, 32 l, 58

Herman IJzerman: p. 17 l, m, r

Dreamstime: p. 24

Prof. dr. Jenneke Klein-Nulend / ACTA /

Universiteit van Amsterdam: p. 36

Bram van de Biezen / B en U, Diemen: p. 26, 35, 43

Hans Straub / B en U, Diemen: p. 38

Thinkstock: p. 44

NASA: p. 46

Paul Schuurmans / B en U, Diemen: p. 51 o

Nationale Beeldbank, Amsterdam: p. 52

Bold Stock: p. 60

Roel Burgler / B en U, Diemen: p. 63

Rob Buiten, Heemstede: p. 65

Stichting Bio-Wetenschappen en Maatschappij  
werkt samen met:

**kennislink.nl**  
*maakt nieuwsgierig*

Dit cahier is mede tot stand gekomen door:



**ZonMw**

**NWO**



## In dit nummer:

- > **Beweging is niet per se sport**
- > **Beweging traint meer dan alleen spieren**
- > **Hersengymnastiek**
- > **Hoeveel moet je bewegen?**
- > **Krachtraining versus duurtraining**
- > **Hoe krijg je mensen aan het bewegen?**

### Redactie:

Maarten Bobbert

Jan Osse

Hans Savelberg

Rob Buiters (eindredactie)

Met een voorwoord van schaatslegende Ard Schenk

Bewegen is zo gewoon dat je er bijna nooit bij nadenkt. Toch zou dat wel moeten, want we bewegen veel minder dan goed voor ons is. Dit cahier laat zien dat voldoende beweging hand in hand gaat met goede gezondheid, en vooral waaróm dat zo is. Het beschrijft de relatie tussen beweging en de conditie van verschillende organen en systemen in ons lijf. Door te fietsen, lopen, schaatsen of zwemmen train je veel meer dan alleen je spieren. Het houdt je botten sterk, heeft invloed op je afweer tegen bacteriën en virussen en het houdt zelfs de bovenkamer gezond.

Dit cahier laat ook zien dat bewegen niet hetzelfde is als sport. Sterker nog: door regelmatig 'gewoon' te bewegen kun je vaak meer bereiken dan door af en toe heel intensief te sporten. Bewegen is ook lol, niet alleen in de speelse jeugd, ook tijdens volwassenheid. Vandaar dat we geen stickers op roltrappen, liften of scooters willen plakken met waarschuwingen tegen de negatieve gevolgen van onvoldoende bewegen. De zwarte rouwrand van de stickers op tabak vervangen we graag door een groene aanbeveling; de aanbeveling om met de wetenschappelijke bagage uit dit cahier te gaan, of te blijven bewegen.

**Bio-Wetenschappen  
en Maatschappij**

